Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück.

Von
Fritz Kutscher, Oberdiebach.

Einleitung.

Vorliegende Arbeit wurde im geologischen und paläontologischen Institut der Universität Berlin angefertigt. Den Anlass dazu gab mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Geheimrat Pompeckj, dem ich ganz besonders an dieser Stelle danken möchte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen denen zu danken, die mich bei der Arbeit unterstützt haben.

Ganz besonders danke ich Herrn Professor Solger, dass er nach dem Tode von Herrn Geheimrat Pompeckj sich in liebenswürdiger Weise der Arbeit angenommen hat. Besonderer Dank gebührt auch Herrn Dr. Dietrich, der stets bereit war, die Doktoranden des Instituts zu unterstützen, und sich immer bemühte, durch Herbeischaffung von Vergleichsmaterial oder auch durch wertvolle Anregungen Schwierigkeiten überwinden zu helfen.

Für die Aufstellung der Fossillisten sind mir die Sammlungen der preussischen geologischen Landesanstalt zur Durchsicht überlassen worden, wofür auch hier bestens gedankt sei. Schliesslich danke ich noch Herrn Dipl.-Ing. Herold in Monzingen, der seit langen Jahren systematisch in den Tonschiefern des Hunsrückschiefers Fossilien sammelt und mir dieselben für die Arbeit bereitstellte.

Meine Begehungen, speziell für die vorliegende Arbeit, fanden in den Monaten März, April, August, September, Oktober, sowie in den Weihnachtsferien 1930 statt. Um mir ein Bild über die Ablagerungsbedingungen sehr feinkörniger Sedimente machen zu können, besuchte ich die Forschungsanstalt Senckenberg in Wilhelmshaven. Einen wesentlichen Einblick in die Tonschiefer des Hunsrückschiefers gewann ich durch die Schiefergruben. In vielen Dachschiefergruben wurden früher und werden zum Teil auch heute noch die Dachschieferlagen abgebaut; zahlreiche verlassene Schieferhalden und Mutungen sind noch die Zeugen einer ausgedehnten Dachschiefergewinnung. Wirtschaftliche Schwierigkeiten haben die meisten Betriebe zur Einstellung gezwungen. Die schwierige Lagerung, sowie auch die verwickelte Tektonik erschweren den Abbau. Der stellenweise kostspielige Ab-

transport erhöht den Preis derartig, dass er dem niedrigeren für Ziegelbedachung nicht standhalten kann. Dazu kommt die ausländische Konkurrenz, namentlich der luxemburgische Schiefer. Bis auf einen geringen Teil sind die Schiefergruben eingegangen, und die noch bestehenden versuchen durch technische Neuerungen, wie Schneidemaschinen, Spalten am laufenden Band, Verwertung des Schieferabfalls, sich zu halten. Die Schiefergruben liefern fast ausschliesslich sämtliche Fossilien der Tonschiefer, da ganze Schichtpakete sorgfältig gespalten werden; festes und unverwittertes Gestein gelangt so zur Untersuchung, was nicht unwesentlich ist, da die pyritisierten Fossilien an der Luft sehr schnell vernichtet werden.

Der Hunsrückschiefer ist in der letzten Zeit sehr oft Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Viele Arbeiten sind der stratigraphischen Eingliederung des Hunsrückschiefers gewidmet. Ein anderer Teil zieht gewisse örtliche Verhältnisse — ich erinnere an Strömungserscheinungen, Vergiftung der Fauna durch Schwefelwasserstoff in Bundenbach usw. — in Betracht. In vielen geologischen und paläontologischen Zeitschriften erscheinen die Nachrichten von neuen Fossilien, für die der Hunsrückschiefer eine wahre Fundgrube ist.

Ganz allgemein gruppieren sich die Arbeiten um zwei Kernpunkte, die zugleich auch die zwei grossen Probleme des Hunsrückschiefers sind und demselben eine besondere Note verleihen.

1. Wo ist der Hunsrückschiefer im stratigraphischen System des Unterdevons unterzubringen?

2. Wie ist die Hunsrückschieferfazies entstanden zu denken?

Zur Einführung und zum Verständnis für die späteren Ausführungen, sowie auch zur Begründung des Themas ist es vielleicht angebracht, den Werdegang der vielen Eingliederungsversuche bis zum heutigen Tage kurz zu streifen. Damit ist dann auch ein geschichtlicher Überblick über den Hunsrückschiefer gegeben, denn die jeweiligen Fortschritte in der Erforschung des Hunsrückschiefers spiegeln sich in den dauernd wechselnden Einreihungsversuchen wieder.

Der Erforschung der devonischen Formation stellten sich im allgemeinen grosse Schwierigkeiten entgegen. Komplizierte Lagerungsverhältnisse verwirren ausserordentlich, auch erschweren Faziesverhältnisse die Feststellung des Alters einzelner Schichten. Die grundlegenden Untersuchungen gingen von England aus, dann erst befasste man sich auf dem Kontinent mit dieser Formation, wozu das ausgedehnte Devongebiet des rheinischen Schiefergebirges reichliche Anregungen gab.

Im Unterdevon ist es der Hunsrückschiefer, der den Bearbeitern grösste Schwierigkeiten bereitete. Der Name Hunsrückschiefer geht auf Dumont zurück. Sandberger gab ihm nach dem häufigen

Vorkommen von *Rhipidophyllum vulgare* den Namen „Rhipidophyllenschiefer“, der sich jedoch in der Literatur nicht durchsetzte.

Fast das gesamte Unterdevon im rheinischen Schiefergebirge weist in seinen Unterteilungen keine scharfen Grenzen auf, überall sind Übergänge und Verzahnungen in weitgehendem Maße vorhanden. Beim Hunsrückschiefer war es auch besonders die petrographische Ausbildung, die ihn aus dem Gesamtprofil des Unterdevons heraushob; das vorwiegend tonige Schichtpaket von erheblicher Mächtigkeit mitten in den ausgedehnten sandigen Ablagerungen gab Anlass zu einer besonderen Betrachtungsweise, die auch noch durch den paläontologischen Befund gestützt wurde. Daher ist es auch einleuchtend, dass der Gedanke, der Hunsrückschiefer sei nur eine Fazies einer unterdevonischen Schicht, sehr früh auftauchte und die Annahme einer Tiefseeablagerung rechtfertigte.

Das gesamte Unterdevon ist durch Brachiopoden gegliedert, die gute Leitfossilien abgeben. In den Tonschiefern spielt diese Tiergruppe nur eine geringe Rolle. An ihre Stelle treten organische Reste, die in den sandigen Schichten kein Äquivalent haben.

Den Hunsrückschiefer in die Stratigraphie des Unterdevons eindeutig einzuordnen, ist, wie auch schon angedeutet, noch nicht möglich gewesen.

Folgende Eingliederungsversuche sind in der Literatur zu verfolgen:

1848 unterschied Dumont in dem Terrain Rhénan drei Systeme (Dechen 1884, S. 73)

3. Système Ahrien
2. Coblenzien
1. „ Gedinnien

wobei das Système Coblenzien in die Etagen

2. Etage Hunsrückien
1. „ Taunusien

zerfällt. Petrographisch rechnete Dumont alle quarzitischen Lagen im Rheinprofil zum Taunusien und alle tonigen Lagen zum Hunsrückien, ganz gleich, welchen Alters, vom heutigen Taunusquarzit bis zu den Oberkoblenzschichten. Der Hunsrückschiefer war so ein stratigraphischer und zugleich ein fazieller Begriff. Es ging natürlich nicht an, altersverschiedene petrographisch ähnliche Dinge in dieser Weise zusammenzufassen. Diejenigen, die nun hier einmal Ordnung schafften, waren besonders Gosselet, C. Koch, E. Kayser, E. Holzapfel.

E. Kayser erkannte, dass der Hunsrückschiefer den Taunusquarzit überlagert, und dass die Unterkoblenzschichten dem Hunsrückschiefer folgen und auch die Siegener Schichten überlagern. Die Leitfossilien des Taunusquarzits und der Siegener Schichten stimmten überein, und es blieb so keine andere Möglichkeit, als den Hunsrück-

schiefer den Siegener Schichten zeitlich gleichzusetzen. Der Hunsrückschiefer war so ein rein fazieller Begriff und ist es auch lange Zeit geblieben. Es ist dies die Lehrmeinung, die sich in allen Lehrbüchern bis heute erhalten hat.

Die genauere Durchforschung gab zu Zweifeln Anlass. A. Fuchs wies darauf hin, dass die Fossilien der Siegener Schichten nur im Taunusquarzit gefunden sind, nie aber im Hunsrückschiefer.

Bei seinen Arbeiten in der Loreleigegend schied A. Fuchs (1899) eine Gesteinsgruppe aus, die petrographisch den Unterkoblenzschichten ähnlich, faunistisch jedoch von diesen abweichend war. Als Leitfossil dafür konnte A. Fuchs *Spirifer assimilis* namhaft machen, und diese Gesteinsserie wurde von ihm als Assimilis-Stufe an die Basis der Unterkoblenzschichten gestellt. *Spirifer assimilis* wurde später von A. Fuchs auch in den Tonschiefern des Hunsrückschiefers gefunden, und somit war von ihm eine Zusammengehörigkeit erwiesen. Die ehemalige Assimilis-Stufe wurde nun zum Hunsrückschiefer gerechnet und von A. Fuchs (1907) als oberster Horizont des Hunsrückschiefers mit dem Namen Bornicher Horizont belegt.

Der Hunsrückschiefer wurde dann auch von A. Fuchs auf Grund des Fossilbestandes zu einem stratigraphischen Gliede des Unterdevons gestempelt, was auch später Quiring (1926) durch eine vergleichende Stratigraphie von Rheingebiet und Siegerland nachweisen konnte. Der Hunsrückschiefer ist weder ein fazieller Vertreter der Unterkoblenzschichten noch ein Äquivalent eines Teiles der Siegener Schichten. Zeitlich steht er als selbständiges stratigraphisches Glied zwischen Siegener Schichten und Unterkoblenzschichten.

Vergleichend arbeitete auch E. Asselberghs, der ausser Rheingebiet und Siegerland auch die Ardennen noch heranzog. Auf stratigraphischer Grundlage veröffentlichte er 1926 ebenfalls ein Schema, in welchem er den obersten Horizont der Siegener Schichten, die Herdorfer Schichten, mit dem gesamten Hunsrückschiefer (Cauber und Bornicher Horizont) gleichsetzt, eine Auffassung, die keineswegs als erwiesen gelten darf.

A. Fuchs hat sich dann in seiner letzten Arbeit (1930 a) mit dem Hunsrückschieferproblem auseinandergesetzt und bei seiner Betrachtung den Hunsrückschiefer in den Gesamtrahmen des Unterdevons des rheinischen Schiefergebirges eingespannt. Er kommt zu dem Ergebnis, dass die Hunsrückschieferfazies im Aargebiet bei Bad Schwalbach in der älteren Unterkoblenzzeit einsetzt; im Rheinprofil oberhalb von Lorch ergreift sie bereits die hangenden Teile des Taunusquarzits durch Einschiebung mächtiger Tonschieferbankfolgen. Auch linksrheinisch ist dies sehr gut aufgeschlossen und zu beobachten in der Umgebung der Burg Sooneck und am Heideberg. Neben zahlreichen Tonschieferschichten zeigt der Taunusquarzit hier mehr den Charakter einer Grauwacke und wird auch als Soonecker Grauwacke bezeichnet. Sie besitzt eine

blaue Farbe im Gegensatz zu den hellen Quarziten des übrigen Taunusquarzits; bemerkenswert ist, dass auch das Korn wesentlich feiner wird. Nach J. Gosselet geht die Hunsrückschieferfazies schliesslich als Schieferfazies von Alle unter völliger Verdrängung des Taunusquarzits bis an die obere Grenze der Gedinneschichten herab. In der Hunsrückschieferfazies können sich so recht verschiedene Altersstufen verbergen.

Absichtlich habe ich bei dieser längeren Literaturausführung geweilt. Die wechselnde Auffassung über die Stellung des Hunsrückschiefers gibt zugleich ein Zeugnis der Schwierigkeiten und Probleme, die der Hunsrückschiefer den Bearbeitern bereitet.

In erster Linie ist es die Unklarheit über den Hunsrückschiefer selbst, die ungenügende Kenntnis der Bildungsbedingungen, die es bis heute noch nicht möglich machten, die Bildungszeit einwandfrei festzulegen.

Daher soll es in dieser Arbeit meine Aufgabe sein, mich mit den Bildungsbedingungen zu beschäftigen und die Hunsrückschieferfazies zu charakterisieren, indem ich die weitverbreiteten Tonschiefer des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück einer Betrachtung unterziehe unter besonderer Berücksichtigung des Sedimentes, seiner eingeschlossenen Organismen und der bionomischen Verhältnisse. Die sandigen Schichten des Hunsrückschiefers will ich nur kurz erwähnen, nur so weit, wie sie für das Verständnis der Tonschiefer von Bedeutung sind.

I. Das Hunsrückschiefer-Sediment.

Zum Verständnis der Fazies des Hunsrückschiefers muss zunächst das Sediment herangezogen werden. Seine nähere Betrachtung und Analysierung muss in erster Linie die Verhältnisse zur Bildungszeit erkennen und die Bildungsbedingungen rekonstruieren lassen.

a) Die Gesteinsarten.

Innerhalb des Hunsrückschiefers sind die verschiedenartigsten Gesteine anzutreffen; vom Quarzit an bis zum Tonschiefer sind alle Übergangsgesteine vorhanden. Vorwiegend setzt sich der Hunsrückschiefer aus Tonschiefern zusammen, namentlich im unteren Teil (Cauber Horizont). Untergeordnet schalten sich dort Bänke und auch Bankfolgen von sandigen Schiefern und Sandsteinen ein, während die sandigen Komponenten im oberen Teil des Hunsrückschiefers (Bornicher Horizont) geschlossene Sandsteinfolgen bilden. Wie ich eingangs erwähnte, möchte ich nur die tonigen Schichten behandeln, die jedoch von den winzigen Sandsteinbänken, die gelegentlich eingelagert sind, nicht getrennt werden können. Gerade dieser häufig schnelle Wechsel gibt einen Aufschluss über die Art der Ablagerung.

1. Tonschiefer.

Die Tonschiefer haben in unverwittertem Zustande eine dunkelblaugraue bis blauschwarze Farbe; bei der Verwitterung werden sie leicht gebleicht und zeigen dann lichtgraue, weissliche und graugelbe Töne, während auf den Klüften rötliche Töne den Eisengehalt andeuten. Die Tonschiefer zerfallen sehr leicht nach ebenen Spaltflächen und zeigen auf diesen Flächen einen mehr oder weniger starken schimmernden Glanz. Sie können sogar phyllitischen Charakter annehmen, was sich durch einen seidigen Glanz kundtut. Dort, wo die Schiefer den Atmosphärilien ausgesetzt sind, zerfallen sie sehr schnell in winzig dünne Schieferblättchen und -schüppchen. Auf den Schieferungsflächen kann die Feuchtigkeit sehr schnell eindringen und somit dem Spaltenfros guten Vorschub leisten. Die dunkle Farbe der Schiefer verursacht eine hohe tägliche Erwärmung, und die darauf folgende Abkühlung unterstützt die Sprengung und Lockerung des Gesteins.

Die ausgezeichnete Spaltbarkeit gibt den Anlass zu dem schon erwähnten Dachschieferbau. Die Tonschiefer besitzen eine geringe Ritzhärte und lassen sich mit einem Messer bearbeiten, eine Eigenschaft, die der Präparation der Fossilien besonders zugute kommt. Im Querbruch erscheinen die Tonschiefer matt und splittrig.

Einen guten Einblick in die genauere Beschaffenheit der Tonschiefer lieferten Dünnschliffe, die ich durch die Dachschiefer einer ganzen Reihe von Schiefergruben machte. Das mikroskopische Bild ist für die Genesis ungleich wichtiger als die chemische Analyse. Da die Mineralien durch die Schieferung eine Auswalzung erfahren haben, ist es, um die Mineralien festzustellen, günstiger, Schliffe anzufertigen, die etwa in der Schieferungsebene liegen. Eine Dünnschliffbeschreibung liegt von Leppla vor in den Erläuterungen zu Blatt Caub (Leppla 1904 b. S. 10 u. f.); zu dem Mineralbestand ist nichts Neues hinzuzufügen. Es fallen vorwiegend Quarzkörner auf, die stark korrodiert sind; die Korngrösse wechselt vom feinsten Quarzstaub bis zu einer für einen Tonschiefer recht beachtlichen Grösse; gelegentlich können Quarzkörner mit blossem Auge festgestellt werden. Die Verschiedenheit der Quarzkörner spricht gegen ruhige Sedimentation und gute Sichtung des Materials. Neben dem Quarz tritt eine Menge Glimmer auf. Eine untergeordnete Rolle spielen Feldspat und Kalkspat. Kohlepartikelchen, Pyritkriställchen und Magneteisenkörnchen fallen durch ihre Schwärze im mikroskopischen Bilde auf. Feine mineralische Nädelchen und Stäbchen wurden von Sauer als Rutil gedeutet. Auffallend ist, dass fast jeder Dünnschliff ein ganz anderes Bild zeigt. Die einzelnen Mineralbestandteile wechseln stark in Art, Grösse und Menge und geben so auch ein Bild von der ungleichmäßigen Sedimentation am Boden des Hunsrückschiefermeeres.

Schliffe senkrecht zur Schieferung zeigen einen mehr oder weniger regelmäßigen Wechsel von hellen und dunklen Schnüren. Die hellen Schnüre bestehen vorwiegend aus Quarzkörnchen wechselnder Grösse. Die dunklen Schnüre konnte ich bei den Tonschiefern nicht auflösen; sie sollen aber nach Breddin (1926) aus winzig dünnen Glimmerblättchen bestehen. „*Die Glimmerlagen erscheinen im Schliff dunkel infolge der starken Brechung des Lichtes an den ausgedehnten Grenzflächen der winzigen, zahlreichen feinen Blättchen, aus denen sie sich zusammensetzen.*“ Die dunklen Schnüre zeigen deutlich ein gleichmäßiges Auslöschen, sind also parallelstruiert. Wie ich später noch zeigen werde, haben diese dunklen Schnüre nichts mit der ursprünglichen Sedimentation zu tun. Schneidet die Schieferung die Schichtung, wie es hier meist der Fall ist, so durchqueren die Schnüre auch die Schichtung; sie müssen also später entstanden sein. Sie geben die Schieferungsflächen an, die in unendlicher Zahl die Tonschiefer durchsetzen und auf den Spaltflächen den Glanz erzeugen, der durch den Glimmer verursacht wird.

2. Sandsteine.

Die sandigen Schichten des Hunsrückschiefers zeigen nur in geringem Maße eine Schieferung. Sie sind ausgezeichnet durch ein bedeutend grösseres Quarzkorn, wie sie die Tonschiefer aufweisen. Regellos angeordnet tritt Glimmer auf, zuweilen recht häufig, sowie auch die bereits oben erwähnten Mineralien.

3. Sandige Schiefer.

Tonschiefer und sandige Schichten treten auch in sehr schneller Wechsellagerung auf. Eine regelmäßige Kleinschichtung von nur millimeterdicken Schichten von stärker toniger bzw. sandiger Zusammensetzung erzeugen so einen sandigen Schiefer. Regelmäßig muss also zu bestimmten Zeiten eine stärkere Zufuhr grobklastischen Materials stattgefunden haben, während zu anderen Zeiten feineres und feinstes Material sedimentiert wurde. Auch hier zeigt sich im Kleinen wieder eine Inkonstanz der Ablagerung des Hunsrückschiefers, schnell wechselnde Stoffzufuhr und verschiedene Intensität des ablagernden Mediums, die sich sogar in Diskordanzen wiedererkennen lässt. In verschiedenen Dünnschliffen liess sich eine gute diskordante Parallelstruktur feststellen (Taf. 1, Abb. 1), die aber auch oft makroskopisch in Handstücken festgestellt werden kann.

b) Sekundäre Erscheinungen im Sediment.

1. Schieferung.

Die Entstehung der Schieferung ist bis heute noch nicht vollkommen geklärt; gerade in der letzten Zeit war sie häufig Gegenstand von Arbeiten. Wie meistens im rheinischen Schiefergebirge, so sind

auch hier die Tonschiefer und sandigen Schiefer, weniger die reinen Sandsteine des Hunsrückschiefers von einer Transversalschieferung betroffen. Die Schieferung hat das ursprüngliche Gestein erheblich verändert; häufig ist es recht schwierig, Schichtung und Schieferung voneinander zu unterscheiden. Um das nachträglich entstandene von dem ursprünglich abgelagerten Sediment abgrenzen zu können, sei die Schieferung hier auch kurz behandelt.

Bei der Betrachtung scheint es mir am günstigsten, von den sandigen Schiefern auszugehen, die auf der einen Seite die Schichtung deutlich erkennen lassen, auf der anderen aber auch die Spaltflächen, also die Schieferungsflächen, klar wiedergeben. Schieferung und Schichtung sollen sich unter einem mäßig spitzen Winkel schneiden. Die Schieferungsflächen sind bei solchen sandigen Schiefern meist deutlich ausgeprägt, während die einzelnen sandigen Schichten an diesen Flächen als kleine Schichtköpfe in Erscheinung treten und die Schieferungsflächen uneben gestalten. Das mikroskopische Bild von Dünnschliffen senkrecht zur Schieferung zeigt einmal die Schichtung an, also den regelmäßigen Wechsel von tonigeren und sandigeren Schichten, dann aber auch wieder die dunklen Schnüre, von denen ich bereits bei den Tonschiefern sprach (Taf. 1, Abb. 2). Das Auftreten dieser dunklen Schnüre zeigt eine Abhängigkeit von der Schichtung, besser von der schichtmäßigen Stoffzusammensetzung. Die stärker tonigen Schichten weisen mehr solcher Schnüre auf als die sandigeren Lagen, die sie meist nur vereinzelt haben. Einige Schnüre setzen aus den tonigen in die sandigeren Lagen in derselben Richtung fort und keilen dann in den letzteren aus. Wesentlicher ist jedoch, dass ein grösserer Teil der Schnüre an den Grenzflächen von sandigeren und tonigeren Lagen in eine veränderte Richtung gebogen werden und die sandigen Schichten steiler durchsetzen als die tonigeren. Die Winkel, die die dunklen Schnüre mit der Schichtung im Dünnschliff bilden, stimmen genau überein mit denen der Schichtung und Schieferungsebene im Handstück. Das steilere Durchsetzen der dunklen Schnüre in den sandigeren Lagen äussert sich in den erwähnten kleinen Schichtköpfen. Die Schieferung wird somit durch diese Schnüre bedingt, und sie sind die Ablösungsflächen, die Schieferungsflächen.

Breddin und Born sind geneigt, diese dunklen Schnüre, die die Schieferung bedingen, als eine Neukristallisation zu deuten, hervorgerufen durch einseitigen Druck. Born (1929) betrachtet die Schieferung als eine „unausgelöste, durch Lösungsumsatz stabilisierte Spannung" Ebenso sagt Breddin (1926), dass es sich um eine ausgesprochene Kristallisationsschieferung handelt, wobei nur tonige Gesteine, die genügend feinglimmerige Substanz besitzen, von ihr erfasst sind, nicht aber Sandsteine. Hiergegen hat sich zuletzt G. Fischer (1929 a) gewandt, der, wie auch viele andere Forscher, die Schieferung als eine Gefügeänderung rein mechanischer Art, als eine Scherflächenbildung

auffasst. Dafür spricht auch die oben dargestellte Beschreibung der Schieferung von sandigen Schiefern. Spannungen, die genügten, um in den Tonschiefern Scherungsflächen zu erzeugen, mussten sich zuerst summieren, um auch in den festeren eingeschalteten Sandsteinbänkchen die Schubfestigkeit zu überwinden (Fischer, 1929 b).

Schwierig ist die Deutung der dunklen Schnüre. Die Ansicht Breddins habe ich bereits dargelegt. Zwischen den dunklen Schnüren ist der Glimmer völlig ungeregelt; in der unmittelbaren Nähe der Schnüre laufen jedoch die Glimmerblättchen häufig parallel, manchmal sogar in die Schieferung hineingebogen. Man könnte daran denken, dass gelegentlich der Bewegung auf den Scherflächen Glimmerstückchen in die Schieferungsbahn gerissen wurden. Selbstverständlich besagt dies nichts gegen eine Neukristallisation von Glimmer, die nebenbei sicherlich auch stattgefunden hat. Ursprünglich vorhandenes feines Glimmermaterial kann bei der Scherbewegung als Schmiermittel gedient und zugleich einen Teil des Glimmers der Schieferungsflächen geliefert haben.

Schliesslich wäre auch die Ursache noch zu erläutern, die die Scherflächenbildung veranlasste. Hier sei nur die zuletzt von Scholtz (1930) speziell für den Hunsrückschiefer gegebene Erklärung erwähnt. Nach Scholtz haben Faltung und Schieferung mechanische Zusammengehörigkeit. Bei der Faltung kommt es durch weitgehenden Zusammenschub zur Überfaltung. Die noch stärkere tektonische Beanspruchung sucht, da das Schichtpaket grossen Widerstand entgegensetzt, nach Ausweichmöglichkeiten der auftretenden Spannungen, die sie schliesslich in der Scherflächenbildung findet.

2. Milchquarz.

Eine sekundäre Erscheinung sind auch die Milchquarze, die im Hunsrückschiefer stellenweise sehr häufig sind; sie sollen daher kurz im Anschluss an die Schieferung gestreift werden.

Einzelne Klüfte, sowie ganze Störungszonen sind erfüllt von Milchquarzen; scharenweise treten sie auf. Eine zweifache Erklärung der Entstehung ist theoretisch möglich; die Substanz des Milchquarzes kann einmal dem Gestein selbst entzogen, aber auch von aussen zugewandert sein. Breddin (1930) möchte die Herkunft aus dem Gestein selbst wahrscheinlich machen, und er findet einen genetischen Zusammenhang derselben mit der Druckschieferung. Er glaubt festgestellt zu haben, dass die Quarze in den Zonen milder Schiefer eine grössere Verbreitung haben als in den Gebieten rauher Schiefer, also eine Abhängigkeit der Häufigkeit von der Gesteinsausbildung. Aus den feinkörnigen Tonschiefern soll sich entsprechend der besseren Schieferung mehr Milchquarz durch lateralsekretionäre Mineralausscheidung herausgelöst haben als aus den grobkörnigeren rauhen Schiefern und Sandsteinen. Er stützt sich darauf, dass die neben dem Milchquarz auftretenden übrigen Mineralien alle im Nebengestein auch enthalten sind.

Unklar bleibt jedoch, wo die gelegentlich auftretenden Kupfersulfide, sowie die ganz örtlich mit dem Quarz auftretenden Eisenmanganspatgänge herrühren, die grössere Klüfte erfüllen und den Quarz nur untergeordnet erscheinen lassen. Vor allen Dingen jedoch stimmen meine Beobachtungen über die Verteilung der Milchquarze nicht mit den angegebenen überein. Milchquarze sind an Störungen gebunden und hier treten sie sehr häufig auf, zuweilen in erheblicher Mächtigkeit. Breddin selbst spricht von Störungszonen, die mit zahlreichen Trümern von Milchquarz durchsetzt sind. Die Störungszonen treten aber sowohl in den Tonschiefern, als auch in den sandigen Schiefern auf. Die Verteilung der Milchquarze zeigt wohl eine Abhängigkeit vom Gestein, aber im Zusammenhang mit tektonischen Störungen. Tektonische Beanspruchung bedingt bei wechsellagernden Tonschiefern und Sandsteinen durch die verschiedene Materialfestigkeit mehr Risse und Verwerfungen. In solchen Störungszonen verteilt sich der Milchquarz auf die vielfach verzweigten Hohlräume und Risse, es kommt so zu einer feineren Verteilung des Milchquarzes, was weniger ins Auge springt. Zerreissungen in den weicheren und nachgiebigeren Tonschiefern hatten häufig mächtige und unverzweigte Quarzausfüllungen zufolge.

Erwähnenswert ist, dass auch im Taunusquarzit örtlich solche Anreicherungen von Quarzgängen vorhanden sind, die scharenweise den Quarzit durchdringen; hier lässt sich überhaupt keine Abhängigkeit von Tonschiefern konstatieren.

Es scheint so die grössere Wahrscheinlichkeit zu bestehen, dass der Milchquarz nicht den Schiefern selbst entstammt, sondern ortsfremd und sicherlich juvenilen Ursprungs ist. Eine so ungleiche Verteilung aus dem Sediment in die Spalten ist ohne jede Anzeichen im Sediment schlecht denkbar.

Interessant sind die Querquarze (Abb. s. Breddin, 1930). Es sind dies ungefähr senkrecht zur Schichtung stehende, schmale Quarzplatten, die sich stellenweise sehr häufig in den spröden, harten Sandsteinen befinden. Die Dicke der Querquarzplatten in ein und derselben Bank ist sehr verschieden. Sie erscheinen an den Schichtflächen zum Schiefer wie abgeschnitten, haben aber selbstverständlich eine Verbindung mit einer Kluft, durch die der Milchquarz einwandern konnte. In seltneren Fällen durchkreuzen diese Quarze auch in ähnlicher Form die begleitenden Schiefer. Wie kommt es zu dieser Anordnung? Für die Erklärung ist die verschiedene Festigkeit des Materials, nämlich weichere Tonschiefer und härtere Sandsteinbänke, heranzuziehen. Bei der Faltung — wir haben es mit einer sehr intensiven Kleinfaltung zu tun — sind die harten Schichten geborsten, während das weichere Tonschiefergestein meist nachgeben konnte und nur gelegentlich bei diesem Vorgang riss. Die so geschaffenen

Hohlräume und Risse wurden dann mit Quarz ausgefüllt. Sattelzonen scheinen zu solchen Vorgängen besonders bevorzugt gewesen zu sein, da die Querquarze meist in ihrem Bereich festzustellen sind.

c) Chemische Analysen.

Entsprechend der wechselnden mineralischen Beschaffenheit der Tonschiefer wechseln natürlich auch die Ergebnisse der chemischen Analysen. Eine ganze Reihe von Analysen sind bekannt, da sie für den Dachschieferbau von Interesse sind. Einige seien erwähnt:

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	C	H_2SO_4	H_2O
											(CO_2)	FeS_2	
Dachschiefer von Caub	51,0	+*)	26,9	2,1	5,0	0,4	0,4	1,1	6,0	0,1	0,6	0,2	4,6
Dachschiefer, Renseiter Erbstollen	57,37	0,61	20,47	1,19	5,49	1,07	1,16	1,19	3,55	0,12	0,39	0,08	4,7
Dachschiefer, Grube Wilhelm i. Wispertal	60,83	+	17,36	1,32	9,65	3,19	+	0,85	1,67	0,2	2,88	—	5,16
Sandiger Schiefer vom Erbstollen in Caub .	67,56	+	12,23	2,87	6,99	3,03	0,27	1,28	1,76	0,1	3,11	—	1,0
Analyse eines terrigenen Tones . . (nach Clarke)	57,05	+	17,22	2,3	2,3	2,17	2,04	1,05	2,25	0,21	1,69	—	—

*) + = nicht bestimmt.

Zum Vergleich habe ich die Analyse eines terrigenen Tones angegeben und zwar aus einem Gemisch von 52 Proben (Behrend-Berg 1927, S. 411). Bis auf kleine Ausnahmen stimmen die Hunsrückschieferanalysen mit den rezenten überein, die aus küstennahen Schelfablagerungen gewonnen wurden.

Bei den Hunsrückschieferanalysen fällt zunächst der geringe Kalkgehalt auf; dieser negative Befund wurde von Jäkel (1895) zur Deutung von biologischen Problemen bei den Crinoiden weitgehend benutzt.

Für den Dachschieferbau ist der wechselnde Gehalt von Kieselsäure und Tonerde maßgebend. Hoher Kieselsäuregehalt bedingt einen harten Schiefer, der gegen den Einfluss der Atmosphärilien sehr widerstandsfähig ist. Hoher Tongehalt macht den Schiefer zart und mild, er unterliegt den Einflüssen der Witterung schneller.

Verhältnismäßig hoch ist der Eisengehalt. Durch die Verwitterung auf den fast abflusslosen Hochflächen des Hunsrücks hat sich eine mächtige Lage von Verwitterungsschutt und Lehm gebildet mit einem Eisenhorizont, der sogar an einigen Stellen einen Abbau zeitigte, jedoch ohne grösseren Erfolg.

Die Schiefer werden häufig von den Winzern zum „Schiefern“ der Weinberge verwandt; die dunkle Farbe der Tonschiefer veranlasst eine erhöhte Insolation, die dem Wein besonders anzumerken ist. Zugleich wird durch das Schiefern eine Düngung bewerkstelligt, denn die Schiefer besitzen stellenweise einen hohen Kaligehalt.

Zu erwähnen sind noch die färbenden Substanzen der Tonschiefer. Fein verteilter Schwefelkies, sowie auch Kohlenstoff sind zu nennen. Schon während der Ablagerung war die dunkle Farbe vorhanden, denn Kohlenstoffpartikelchen wurden mit abgelagert, und der Schwefelkies entstand unmittelbar nach der Ablagerung, worauf ich später noch eingehe. Das Sediment entspricht etwa den Schlicken, wie sie heute in den flachen Schelfmeeren zur Ablagerung kommen, die eine ebenso dunkle Farbe besitzen.

Der Gehalt an Schwefelkies hat für die praktische Verwertung im Dachschieferbau eine unangenehme Eigenschaft. An der Luft oxydiert sich der Schwefelkies, es entstehen Schwefeloxyde und schliesslich Schwefelsäure. Die Schiefer behalten dann ihre gleichmäßig dunkle Färbung nicht bei, sie verblassen oder werden fleckig, was im Bergischen Land sogar zur Überstreichung der Schiefer mit Ölfarbe geführt hat. Die Schwefelsäure greift auch die Nägel an, mit denen die Schiefer auf dem Dache befestigt sind; mit ihrer Vernichtung fällt natürlich auch der Halt der Schieferplatten.

d) Die Verbreitung und Anordnung der verschiedenen Gesteinsarten.

Nach den Darlegungen der einzelnen Gesteinsarten in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit muss auch die Verbreitung derselben betrachtet werden, die erst ein Bild des Hunsrückschiefers ergeben.

1. Kleinprofile.

Zu diesem Zwecke habe ich zunächst kleine Profile genauestens aufgenommen. Von verschiedenen Orten führe ich drei Kleinprofile an; sie liegen alle im unteren Hunsrückschiefer, der ja vorwiegend Tonschiefer hat.

In einem Hohlweg (Hohlwege, die zeitweilig von Wasser durchflossen werden, eignen sich sehr gut zur Aufnahme, da die stofflich verschiedenen kleinen Bänkchen herausmodelliert werden) südlich von Oberheimbach bei Bacherach, etwa 20—30 m hinter der Kreuzung des Frohwiesbaches mit dem Wege nach dem Heideberg, konnte ich folgendes Profil aufnehmen:

0,7 cm	Sandstein	0,7 cm	Sandstein
6,0	Tonschiefer	3,0	Tonschiefer
2,0	Sandstein	0,5	Sandstein
3,5	Tonschiefer	8,0	Tonschiefer
1,5	Sandstein	0,3	Sandstein
3,0	Tonschiefer	6,0	Tonschiefer

2,0 cm	Sandstein	0,5 cm	Sandstein
12,0	Tonschiefer	5,0	Tonschiefer
0,4	Sandstein	2,0	Sandstein
3,0	Tonschiefer	16,0	Tonschiefer
1,0	Sandstein	0,5	Sandstein
5,0	Tonschiefer	5,0	Tonschiefer
1,5	Sandstein	0,65 ,,	Sandstein
25,0	Tonschiefer	3,0	Tonschiefer
1,3	Sandstein	2,0	Sandstein
40,0	Tonschiefer		

Ich habe nur Tonschiefer und Sandsteine angegeben, da es sich nicht immer einwandfrei feststellen liess, ob ein sandiger Schiefer oder ein ziemlich reiner Sandstein vorlag.

Ein fortgesetzter Wechsel von Tonschiefern und Sandsteinen ist aus diesem Profil zu ersehen. Bemerkenswert ist noch, dass diese Lagen nicht in konstanter Mächtigkeit durchsetzen, sondern dass dünne Sandsteinbänkchen häufig auskeilen. Hin und wieder sind die dünnen Sandsteinbänkchen nur linsenförmig eingelagert.

Westlich von Manubach bei Bacharach befinden sich Steinbrüche, in denen stark sandige Schichten abgebaut werden und als Bausteine Verwendung finden. Hier haben wir das umgekehrte Bild; mächtige Sandsteinbänke wechseln mit dünnen Tonschieferschichten ab. Hierzu folgendes Teilprofil:

60,00 cm	Sandstein
1,0	Tonschiefer
20,0	Sandstein
1,5	Tonschiefer
12,0	Sandstein
0,75	Tonschiefer
2,0	Sandstein
3,0	Sandstein und Tonschiefer, linsen- und streifenförmig abwechselnd
0,25	Tonschiefer
2,5	Sandstein
1,0	Tonschiefer
18,0	Sandstein
0,5	Tonschiefer.

In diesem Profil haben wir ein Vorherrschen der sandigen Komponente.

Schliesslich sei noch ein drittes Profil erwähnt, welches ich unter der Ostmauer der Ruine Fürstenberg bei Rheindiebach unweit Bacharach aufgenommen habe.

4,0 cm	Sandstein
5,0	Reibungsbreccie

45,0 cm Tonschiefer
5,0 Sandstein
70,0 Tonschiefer
25,0 Tonschiefer mit linsenförmigen Sandsteineinlagerungen
25,0 Sandstein- und Tonschieferbänkchen, abwechselnd und linsenförmig
2,0 Sandstein
55,0 Tonschiefer
5,0 Sandstein mit Querquarzen
2,0 Tonschiefer
2,5 Sandstein
25,0 Tonschiefer
3,0 Sandstein mit Querquarzen
10,0 Tonschiefer und Sandstein in schnellem Wechsel
8,0 Sandstein mit Querquarzen
4,0 Tonschiefer
4,0 Sandstein mit Querquarzen
33,0 Tonschiefer mit dünnen Sandsteinbänken bis 2 cm Mächtigkeit
2,5 Sandstein
8,0 Tonschiefer
12,0 Sandstein mit Querquarzen
8,0 Tonschiefer
190,0 Sandstein, obere Partie plattig, untere Partie uneben zerfallend
100,0 Sandstein, eben spaltend
25,0 Tonschiefer mit zahlreichen linsenförmigen Sandsteinlagen bis 1 cm Mächtigkeit
30,0 Tonschiefer
2,5 Sandstein
5,0 Tonschiefer
18,0 ,, Sandstein mit Querquarzen.

Auch hier muss wieder bemerkt werden, dass die angeführten Schichten keineswegs alle konstant bleiben, sondern sich nach beiden Seiten hin in ihrer Mächtigkeit verändern. Sehr schön zeigen sich das Auskeilen und die linsenförmigen Verdickungen etwa 20 cm oberhalb der Verwerfung in dem letzten Profil, wo in einem mächtigeren Tonschieferpaket grössere linsenförmige Sandsteinlagen vorhanden sind, während andere konstanter durchsetzen (Abb. 1).

2. Dachschieferlagen.

Der in den vorher angeführten Profilen auftretende schnelle Materialwechsel ist nicht überall anzutreffen, er bildet jedoch auch

keineswegs eine Ausnahme. Diesem raschen Wechsel gegenüber scheinen beispielsweise die Dachschieferlagen besonders homogen und gleichmäßig zu sein. Dem ist nicht so; auch in den besten Dachschieferflözen sind feinste und dünne Bänkchen von Sandstein festzustellen, die, wenn die Schieferung von der Schichtung abweicht, vollkommen von der Schieferung mit erfasst sind. Beim Spalten leisten sie keinen Widerstand. Als schmale Streifen von glänzendem Aussehen durchziehen diese nur wenige Millimeter mächtigen Sandsteinbänkchen stellenweise in Scharen den Schiefer; auf einer kleinen Schieferplatte können häufig mehrere festgestellt werden. Sie sind fast vollkommen quarzitisch geworden. Im Schieferbergbau des Rheingebietes heissen diese Gebilde Stränge, und wenn sie in einem Dachschieferpaket häufiger auftreten, nennt man das ganze Schieferflöz Stranglager.

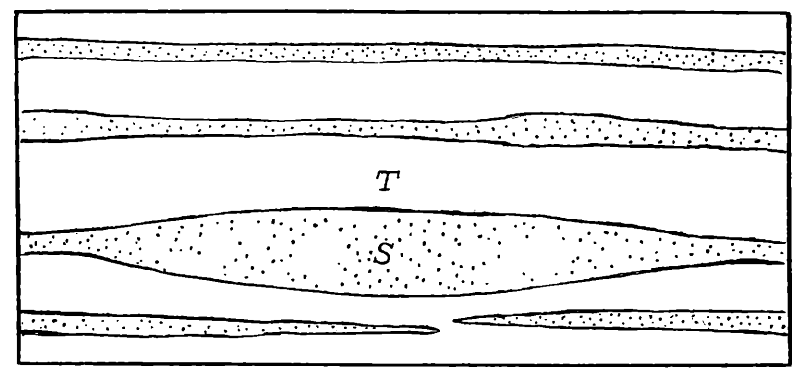


Abb. 1. 1/1 der natürlichen Grösse.

3. Petrographische Leitschichten.

Die Dachschieferlager, überhaupt alle Tonschieferpakete, werden im Liegenden und Hangenden von Sandsteinbänkchen begrenzt, die ganz wechselnde Mächtigkeit haben können. Diese Sandsteinbänkchen, die auch quarzitischen Charakter haben, sind für das Verfolgen der Dachschieferbänke sehr wichtig, selbst wenn sie nur 2—3 cm mächtig sind. Wenn Schieferung und Schichtung sich schneiden, so lässt sich häufig die Schichtung nicht mehr feststellen. Kamen die Bergleute an eine abbauwürdige Tonschieferschicht heran, so bauten sie der Schieferung nach ab und die Folge davon war, dass sie bald aus dem guten Dachschieferlager heraus und ins wilde Gebirge stiessen. Beistehende Skizze soll dies kurz erläutern (Abb. 2).

Die Bergleute sprachen daher immer nur von Dachschiefernestern, und sie wussten nicht, dass es sich um mehr oder weniger durchgehende „Flöze" handelt. In den heutigen grösseren Dachschieferbetrieben wird weitgehend auf das Nebengestein geachtet, und hier dienen die

begleitenden Sandsteinbänkchen als Leitschichten für die Dachschieferlagen. Die jeweils liegende Begleitsandsteinbank einer Dachschieferlage nennt man Horntrum.

Eine solche dickere Sandsteinbank kann auch eine Leitschicht durch mehrere Dachschiefergruben in einer Gegend bilden. Ein gutes Beispiel dafür liefern die Schiefergruben in der Umgebung Bundenbachs (Hunsrück). In dieser Gegend werden eine ganze Reihe von Dachschieferlagen abgebaut, ihrer Zahl nach sind es etwa zehn, die auch alle ihren besonderen Namen haben. Alle werden in ihrer Lage auf eine Sandsteinbank bezogen, die in wechselnder Mächtigkeit, hin und wieder

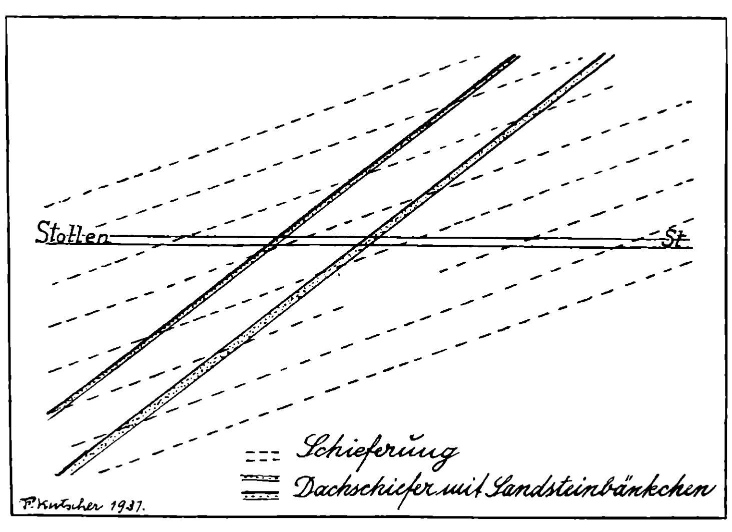


Abb. 2. Schematische Darstellung von Schichtung und Schieferung.

sogar 2 m mächtig, wenige Kilometer weit in den Dachschiefergruben auftritt. Diese Leitschicht ist so volkstümlich geworden, dass man ihr den Namen „Hans“ beigelegt hat.

Auch die Dachschieferschichten von Bundenbach und Gemünden, die durch ihren Fossilreichtum bekannt sind, weisen sandige Schiefereinlagen auf. Zuweilen treten mehrere — sechs habe ich in einem Dachschieferflöz von etwa 13 m Mächtigkeit beobachtet — solcher sandigen Platten auf, die etwa 5 cm dick sein können. Gerade diese eingelagerten sandigen Schiefer zeigen Kriechspuren und zuweilen ganz flache, nur soeben angedeutete Wellenfurchen (Taf. 2, Abb. 2).

Dünnere Sandsteinschichten keilen sehr schnell aus. Linsenförmige Einlagerungen sprechen für örtlich schnellen Wechsel und Unregelmäßigkeit in der Sedimentation. Es fragt sich daher überhaupt, ob Schichten auf einer grösseren Längserstreckung in gleichbleibender

Mächtigkeit vorhanden sind. Vom Rhein bis zu den Aufschlussgebieten des Hunsrücks sind durchgehende Schichten, die etwa als Leitschichten dienen könnten, bisher noch nicht beobachtet worden. Es wird häufig behauptet, dass die Dachschieferlagen von Caub eine Fortsetzung in Gemünden hätten. Ein Beweis konnte bisher noch nicht erbracht werden. Die Dachschieferlagen sind bei beiden ganz verschieden geartet. Bei Caub werden Stranglager abgebaut, wie ich schon erwähnte, in Gemünden sind in den Schieferlagen die genannten bis 5 cm mächtigen Sandsteinbänkchen. In Gemünden und Caub waren also verschiedene Ablagerungsbedingungen. Ein gemeinsames Leitfossil oder eine Fossilgemeinschaft ist auch nicht anzugeben; Korallen, die in Caub verhältnismäßig häufig sind, kommen in Gemünden so gut wie gar nicht vor, wogegen die grössere Menge der übrigen Fossilien von Gemünden vergebens in Caub gesucht werden. Auch scheint es mir nicht ganz gesichert, ob in den Schiefergruben von Bundenbach und Gemünden dieselben Schichten abgebaut werden. Die Leitsandsteinbank (Hans) in der Umgebung von Bundenbach ist in Gemünden bisher nicht aufgetaucht, wahrscheinlich setzt sie gar nicht so weit durch. Bei dem ausgedehnten Dachschieferbau von Gemünden müsste man sie, wenn sie vorhanden wäre, bereits gefunden haben. Schon in Bundenbach wechselte ja die Mächtigkeit dieser Bank in den verschiedenen Gruben. Schieferlagen, die in der einen Grube einen vorzüglichen Schiefer liefern, sind in einer anderen Grube nicht abbauwürdig, da die stoffliche Zusammensetzung es einfach nicht erlaubt. Lokale Verschiedenheiten müssen im Hunsrückschiefermeer die Ursache für diese Verhältnisse gewesen sein.

4. Stratigraphie des Rheingebietes.

Genaue Parallelisierungen vom Rhein bis in die erwähnten Gebiete des Hunsrücks werden zu einem grossen Teil unmöglich gemacht, da eine Aufschlussverbindung vom Rhein bis zu diesen Gebieten nicht vorhanden ist. Gut aufgeschlossen ist das Rheintal, einmal durch den grossartigen Durchbruchsaufschluss, zum anderen durch eine Reihe von Seitentälern, von denen diejenigen, die parallel zum Rhein verlaufen, die wichtigeren sind, da sie wie das Rheintal quer zum Streichen liegen. Durch diese Aufschlüsse sind auch zugleich natürliche Schürfe für die Dachschiefergewinnung gegeben. Ganz anders ist es auf den Hochflächen des Hunsrücks, speziell des vordersten Hunsrücks. Weit und breit sind die anstehenden Gesteine unter einer mächtigen Verwitterungsdecke verborgen. Günstiger liegen die Verhältnisse dort, wo die Nahe an die alten Formationen herantritt und eine Strecke an diesem Rand entlang läuft. Zwei grosse Nebenbäche von ihr haben quer zum Streichen aufschlussreiche Täler verursacht. Einmal ist es der Simmerbach, in dessen Aufschlussbereich sich die Schiefergruben von Gemünden entwickelt haben, und dann ist es der Hahnenbach, der

in seinem Erosionsgebiet die weithin bekannten Schiefergruben von Bundenbach und eine Menge anderer veranlasste. Die günstigen Aufschlussbedingungen am Rhein waren mitbedingend für die erste stratigraphische Gliederung des Hunsrückschiefers, die wir den langjährigen und ausdauernden Arbeiten von A. Fuchs verdanken.

A. Fuchs (1915 a) stellte auf Grund der sedimentären Verschiedenheit für den gesamten Hunsrückschiefer im Loreleigebiet folgende Stratigraphie auf:

5. Bornicher Horizont; vorwiegend rauhe Grauwackenschiefer mit Einlagerungen plattiger, zum Teil quarzitischer Grauwackensandsteine; untergeordnet reine Tonschiefer.

4. Cauber Horizont; reine und sandige Tonschiefer mit *Aphyllites falcistria Fuchs*; ganz vereinzelt Grauwackensandsteinbänkchen.

3. Sauertaler Horizont; Zone der wechsellagernden Tonschiefer und Grauwackensandsteine.

2. Grauwackensandsteinzug der Scheuer oder Lorchhäuser Horizont; plattige Grauwackensandsteine mit rauhen und sandigen Schiefern abwechselnd.

1. Zone der Wisperschiefer; Tonschiefer mit untergeordneten Zwischenlagen von Grauwackensandstein und sandigen Schiefern.

Auffallend war die übereinstimmende Fauna des Bornicher und des Lorchhäuser Horizontes, dann aber auch die des Cauber Horizontes und der Zone der Wisperschiefer, die jedoch als fazielle Eigentümlichkeiten gedeutet wurden. Später konnte Fuchs (1930 a) auf Grund genauerer Kenntnis der tektonischen Lagerungen eine Wiederholung feststellen. Das Profil vereinfachte sich so auf die drei Horizonte 3, 4 (= 1) und 5 (= 2).

Fraglich ist die Stellung des Sauertaler Horizontes mit den reichlicheren Einlagerungen von sandigen Komponenten. Lokale Verschiedenheiten, die bestimmt im Hunsrückschiefermeer verbreitet waren, können diese reichlichen Sandsteineinlagerungen erklären. Die Gesteinsverschiedenheit, die aber keineswegs eine besondere Fossilführung aufweist, kann meines Erachtens die Berechtigung geben, diesen Horizont fallen zu lassen. Quiring und auch andere haben Abstand davon genommen, diesen Horizont gesondert zu führen und erkennen nur eine Zweiteilung des Hunsrückschiefers an:

Oberer Hunsrückschiefer = Bornicher Horizont

Unterer Hunsrückschiefer = Cauber Horizont.

Diese Gliederung gilt auch für das linksrheinische Gebiet und lässt sich auch auf den Hunsrückschiefer des Siegerlandes anwenden (Quiring 1929).

Die Grenze des Hunsrückschiefers nach den Unterkoblenzschichten hin ist, wie so oft im Devon, petrographisch ein allmählicher Übergang.

Die Unterkoblenzschichten lassen sich nur schwer von dem sandsteinreichen Bornicher Horizont unterscheiden. Koch und auch Kayser hatten vorgeschlagen, das unterste Porphyroidlager als Grenzschicht zu wählen, ein Vorschlag, dem auch Quiring am unteren Mittelrhein folgt. A. Fuchs jedoch scheidet unterhalb der Porphyroide noch die Zone der Cypricardellenbänke im mittleren Rheingebiet aus und stellt dieselben zu den Unterkoblenzschichten.

Als stratigraphische Besonderheit sind noch die Throner Quarzite zu erwähnen, die nur auf dem Hunsrück, aufgeschlossen in den Tälern der Ruwer, Thron und Thrönchen, nicht aber im Rheintal vorhanden sind und auch am Nordrande des Hunsrückschiefers fehlen. Leppla (1924) bezeichnet sie als graue, grünlichgraue, plattige bis bankige Grauwacken und Quarzite von feinem Korn, die häufig innerhalb der dunkelgrauen Tonschiefer auftreten und auch mit diesen durch Übergänge verbunden sind. Er sieht in ihnen örtliche sandige Einlagerungen in den mittleren Teilen des Hunsrückschiefers. Obwohl Leppla darauf hinweist, dass äusserlich keine Ähnlichkeit mit dem Taunusquarzit vorhanden ist, sind die Throner Quarzite auf der Paeckelmannschen Karte vom rheinischen Schiefergebirge doch zur Siegenstufe gestellt, um damit anzudeuten, dass sie möglicherweise eine Vertretung des oberen Taunusquarzites darstellen.

e) Sediment und Art der Sedimentation.

Bevor ich zu anderen Punkten übergehe, die mit der Art der Ablagerung selbst weniger zu tun haben, möchte ich kurz noch einmal die Ergebnisse, die auf Grund des Sedimentes festgestellt werden können, zusammenfassen:

1. Tonschiefer und auch Sandsteine, sowie alle Übergangsgesteine des Hunsrückschiefers zeichnen sich durch sehr feine Korngrösse aus im Gegensatz zum Taunusquarzit und zu Teilen der Unterkoblenzschichten.

2. Örtlich und zeitlich ist ein sehr schneller Wechsel von Tonschiefer und Sandstein einschliesslich der Zwischenstufen in jeder Grössenordnung festzustellen; linsenförmige Einlagerungen und Auskeilen von Schichten sind sehr häufig zu beobachten.

3. Schneller Sedimentwechsel und Ablagerungsdiskordanzen deuten auf lebhafte Bewegungen des Wassers hin, in dem die Ablagerung vor sich gegangen ist. Die Bewegungsintensität des Sediment tragenden Mediums hat auf kleinste Strecken hin gewechselt. Sehr wahrscheinlich waren im Hunsrückschiefermeer ziemlich starke Strömungen vorhanden.

4. Auch die Tonschiefer sind das Ablagerungsprodukt einer Wasserströmung, was die häufige Wechsellagerung von Sandsteinen und sandigen Schiefern, die diskordante Parallelstruktur, sowie auch das unregelmäßige Korn beweisen.

13*

5. Wellenfurchenhorizonte (Taf. 2, Abb. 2), sowie deutliche Kriechspurenhorizonte in schneller Wechsellagerung sprechen dafür, dass zeitlich und örtlich allerflachstes Wasser vorhanden war.

Früher war man anderer Meinung über die Tiefe des Hunsrückschiefermeeres. Frech (1889) sprach von einer Tiefseeablagerung und führte als Gründe negative Merkmale an. Das Fehlen dickschaliger Muscheln und die Seltenheit der Brachiopoden in den Tonschiefern, im Gegensatz zu dem vorzugsweise brachiopodenführenden Taunusquarzit und den Koblenzschichten, waren für ihn maßgebend.

Jäkel (1895) nahm Ablagerungen in tieferen ruhigen Meeresbuchten an.

Zuerst ist es Haarmann gewesen (1920), der auf den Flachmeercharakter des Hunsrückschiefers aufmerksam machte und von Wirkungen der Gezeitenströme und des Wellenschlages sprach.

Klähn (1928) und zuletzt R. v. Koenigswald (1930 b) finden eine ausserordentlich starke Beeinflussung der eingelagerten Seesterne und Crinoiden durch Strömungen. Letzterer glaubt durch einen raschen Wechsel der Strömungsrichtung einfache Bodenströmungen zu erkennen; auch macht er die wechselnde Einwirkung des Gezeitenstromes dafür verantwortlich.

Dies seien in Kürze einige Forscher und ihre wechselnden Anschauungen, wie sie geschichtlich zu verfolgen sind. Alle gingen von dem Fossilbestand aus, bzw. von den äusseren Einflüssen auf die abgestorbenen Lebewesen kurz vor der Einbettung und zogen kaum das Sediment selbst zu einer Beweisführung heran, wobei natürlich nicht vergessen werden soll, dass schon auf sandige Einlagerungen hingewiesen worden ist.

Die Betrachtung des Sedimentes lässt sogar noch weitere Schlüsse zu. Gerade der schnelle Wechsel des Sedimentes widerspricht einer Ablagerung in weiter Küstenferne; es fehlt eine Sichtung der transportierten Sinkstoffe. Das Material hat keine sehr weite Wanderung mitgemacht, sondern scheint durch den Gezeitenstrom in der Ablagerung geregelt worden zu sein. Deltaschichtung ist nirgends zu beobachten, da der Gezeitenstrom für eine Verteilung des zugeführten klastischen Materials sorgte.

II. Die organischen Reste des Hunsrückschiefers.

Um eine Unterlage für die Verhältnisse im Hunsrückschiefermeer zu gewinnen, ist die Betrachtung des Sedimentes allein natürlich einseitig. Der paläontologische Befund muss dabei auch zu Rate gezogen werden.

Die petrographische Verschiedenheit des Hunsrückschiefers geht Hand in Hand mit einem Wechsel der Fauna. Die Tonschiefer sind durch eine Tierwelt charakterisiert, die aus dem gesamten Unterdevon dieses Gebietes herausfällt. Es muss daher eine Trennung eintreten,

insofern, als die Fauna der Tonschiefer und die der sandigen Ablagerungen verschieden behandelt werden müssen. Die Trennung der Fauna nach Tonschiefern und Sandsteinen stimmt nicht überein mit der stratigraphischen Einteilung in unteren und oberen Hunsrückschiefer, da die Sandsteinbänke in dem unteren Hunsrückschiefer die gleiche Fauna haben wie die in dem oberen Hunsrückschiefer. Trotzdem will ich hier die Fauna getrennt behandeln nach Tonschiefern und nach Sandsteinen.

a) Die Fossilien der Sandsteine.

Die Fauna der Sandsteinablagerungen hat durch die Arbeiten von A. Fuchs (1899, 1915 b) eine sehr gute Abrundung erfahren, sodass ich nur ganz kurz darauf einzugehen brauche, wie es auch im Sinne meiner gewählten Aufgabe liegt. Im wesentlichen will ich nur eine Faunenliste zusammenstellen, um einen Vergleich mit der Tonschieferfauna ziehen zu können. Aus diesem Grunde möchte ich sie auch zuerst anführen, obwohl die Fauna der Sandsteine ihren Schwerpunkt im oberen Hunsrückschiefer besitzt. Um es nochmals klarzustellen: untergeordnetes Vorkommen dieser Fauna im Cauber Horizont, häufigeres Vorkommen in dem Sauertaler Horizont von A. Fuchs, vorwiegendes Vorkommen im Bornicher Horizont.

1. Art des Vorkommens und Erhaltung.

Die Fossilien kommen hier, wie meistens im Unterdevon des Mittelrheins, häufig in dünnen Bänkchen vor, oft diese aber auch ganz erfüllend. Nur vereinzelt kommen sie in den übrigen Schichten verteilt vor. Die Erhaltung ist nur in seltenen Fällen gut. Der Gebirgsdruck hat meist beträchtliche Deformierungen verursacht. Sitzen die Fossilien mit dem Sediment noch innig verwachsen in den Bänkchen, so kann die Kalkschale noch erhalten sein. In der Mehrzahl der Fälle jedoch ist die Kalkschale weggelöst, und die übliche Steinkernerhaltung liegt vor. Auch Prägesteinkerne werden gefunden.

Das Hauptkontingent der Fauna stellen die Brachiopoden; so sind denn auch reine Brachiopodenbänkchen häufig anzutreffen und weithin zu verfolgen, z. B. Bänkchen von *Chonetes semiradiata*, *Atrypa lorana*, *Spirifer assimilis*, *Spirifer arduennensis* u. a. Von grösserer Wichtigkeit ist das Vorkommen von Lamellibranchiaten; Vertreter der Ordnung der Anisomyarier (*Pterinea*, *Gosseletia* ...) sind charakteristisch; die Schalenwölbung ist fast immer nach oben gerichtet, was rezenten Schillagen entspricht (Richter 1921). Gastropoden, Anthozoen, Cephalopoden, Trilobiten, Crinoiden und Fischreste spielen eine untergeordnete Rolle.

2. Fossilliste.

Im einzelnen lässt sich folgende Liste aufführen, an deren unbedingte Vollständigkeit dabei jedoch nicht appelliert werden kann.

In erster Linie gibt sie das Material wieder, welches die geologische Landesanstalt in Berlin besitzt, welche für die Sandsteine des Hunsrückschiefers die vollkommenste Sammlung aufweisen kann. Die dortigen Fossilbestimmungen gehen zum weitaus grössten Teile auf Fuchs zurück.

Anthozoa.

Zaphrentis gladiiformis Ludw.
aspera Ludw.
ovata Ludw.
Pleurodictyum minimum Fuchs
hunsrückianum Fuchs
problematicum Goldf.
giganteum Kayser
Dendrozoum rhenanum Fuchs

Echinodermata.

Diamenocrinus gonatodes Wirtg. u. Zeil.
Unbestimmbare Stielglieder stellenweise sehr häufig.

Bryozoa.

Fenestella sp.

Brachiopoda.

Discina mediorhenana Fuchs
,, *sinuosa Fuchs*
Petrocrania (Craniella) cassis Zeil.
Orthis hysterita Gmel.
bicallosa Fuchs
nocheri Fuchs
rhenana Fuchs
sp. aff. transversaria Fuchs
,, *vulvaria Maurer*
Stropheodonta furcillistria Fuchs
taeniolata Sandb.
murchisoni V A.
rhomboidales Wahlenb.
sedgwicki V A.
explanata Sow.
,, *protaeniolata Maurer*
Orthothetes maior Fuchs
,, *umbraculum Schloth.*
Chonetes dilatata F Roemer
semiradiata Sow.
,, *sarcinulata Schloth.*
Rhynchonella daleidensis F. Roemer
pila Schnur
dannenbergi Kayser

Atrypa reticularis Gmel.
,, *lorana Fuchs*
Spirifer mediorhenanus Fuchs
incertus Fuchs
arduennensis Schnur
carinatus Schnur
bornicensis Fuchs
assimilis Fuchs
loranus Fuchs
explanatus Fuchs
subcuspidatus Schnur
hercyniae Gieb.
,, *follmanni Drevermann*
Spirigera globosa Fuchs
globula Fuchs
,, *undata Defr.*
Cyrtina heteroclyta Defr.
,, *var. n. aff. intermedia Oehlert*
Anoplotheca venusta Schnur
Rensselaeria carinatella Fuchs
Trigeria confluentina Fuchs
Megalanteris (Meganteris) media Maurer
archiaci Vern.

Lamellibranchiata.

Nucula decipiens Fuchs
var. aequalis Fuchs
Cucullella truncata Sandb.
elliptica Maurer
Ctenodonta subcontracta Beush.
n. sp. Fuchs
Carydium sociale Beush.
gregarium Beush.
Paracyclas marginata Beush.
Conocardium reflexum Zeil.
Avicula pseudolaevus Oehl.
Pterinea spriestersbachi Fuchs
costata Goldf.
,, *expansa Maurer*
Leiopteria excitita Fuchs
multincisa Fuchs
coartata Fuchs
,, *lamellosa Goldf.*
Gosseletia flabellicosta Fuchs
carinata Follmann
bicallosa Fuchs

Modiomorpha bicallosa Fuchs
Goniophora schwerdi Beush.
rhenana Beush.
nassoviensis Beush.

Gastropoda.
Bellerophon tumidus Sandb.
Pleurotomaria tristriata Sandb.
striata Goldf.
crenatostriata Sandb.
,, *sp. cf. crenatostriata Sandb.*
Platyceras dorsicarina Fuchs
paulospirale Fuchs
,, *loranum Fuchs*
Conularia subparallela Sandb.
Tentaculites scalaris Sandb.

Cephalopoda.
Orthoceras planiseptatum Sandb.
angustepartitum Fuchs
patellifer Fuchs
dispariseclusum Fuchs

Arthropoda.
Phacops ferdinandi Kayser
Asteropyge (Cryphaeus) laciniatus F. Roemer
letheae Kayser

Vertebrata.
Fischreste.

b) Die Fossilien der Tonschiefer.

Der Hunsrückschiefer ist bekannt durch seine hervorragenden Fossilien und Fossilbesonderheiten, ähnlich wie die mittelkambrischen Burgess-Schiefer. Zu dieser Rolle verhelfen ihm einzig und allein die Fossilien der Tonschiefer. Hierzu möchte ich einige ganz allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

1. Allgemeines.

Sammlungsmaterial. Paläontologische Sammlungen und Museen, noch mehr aber Privatleute suchen eifrig diese Fossilien zu erlangen und legen zuweilen ein grosses Kapital dafür an. Die Fossilien sind heute vollkommen zu einer finanziellen Angelegenheit geworden; die durch die Behandlung mit der Messingbürste hübsch strahlenden, messingglänzenden Fossilien, denen man mit einem Fettlappen noch etwas nachhilft, sind sehr begehrte Objekte. Für Drepanaspis gemündensis werden häufig 200—300 Mark verlangt, wenn ganze Exemplare vorliegen; dabei ist dieser Fisch keineswegs selten. Dieses Beispiel

allein lehrt schon, dass zu wissenschaftlichen Untersuchungen man kaum genügend Material erreichen kann, ohne eine Unmenge Geld dafür anzulegen.

Zu dieser finanziellen Angelegenheit kommt noch ein weiterer Mangel, und der betrifft den Fundort. Wie viele Fossilien tragen den Namen Bundenbach! In der Umgebung Bundenbachs gibt es eine Anzahl von Schiefergruben, die alle Fossilien liefern; zur Zeit sind nur wenige im Betrieb. Dies wäre noch nicht schlimm. Viel nachteiliger ist jedoch die Tatsache, dass viele mit Bundenbach als Fundort versehenen Fossilien gar nicht von dort sind. Augenblicklich ist es so, dass die Bundenbacher Fossilien besser bezahlt werden; die Händler nutzen diese Konjunktur aus und kaufen auf sämtlichen Gruben, sei es in Gemünden oder sonstwo, die Fossilien auf und liefern sie als Bundenbacher Material.

Das in Sammlungen und Museen vorhandene Fossilmaterial aus den Tonschiefern des Hunsrückschiefers gibt keineswegs das Material wieder, welches wirklich vorkommt. Meist sind nur solche Tiergruppen in den Sammlungen vertreten, die bei ihrem Auffinden von den Schieferspaltern Beachtung finden, und die vor allen Dingen gut bezahlt werden. Insbesondere sind dies Seesterne und Crinoiden und neuerdings Arthropoden und Fische. Cephalopoden, Muscheln, Korallen, Brachiopoden u. a. werden weniger beachtet. Das Sammlungsmaterial erweckt also für Nichteingeweihte einen falschen Eindruck. Nur so kann ich mir erklären, dass R. von Königswald (1930 a) sagt: „Mehr als $^{9}/_{10}$ aller Fossilien von Bundenbach sind Seelilien und Seesterne."

Der grösste Teil des Museumsmaterials besteht also nicht aus schichtmäßigen Aufsammlungen und ist zur Untersuchung biostratigraphischer Fragen ungeeignet. Der Paläontologie werden durch die Hunsrückschieferfossilien jedoch sehr wesentliche und wichtige Beiträge geliefert; einzelne Gruben sind eine wahre Fundgrube neuer Formen, und ständig geben neue Funde neue Rätsel auf. Das allermeiste Fossilmaterial stammt in erster Linie von Bundenbach und Gemünden; neben diesen sind noch einige Orte, aber von geringerer Bedeutung, durch Fossilvorkommen bekannt geworden, so z. B. der Erbstollen von Caub, die Grube Unterer Kreuzberg u. a.

Versteinerung. Vom übrigen Unterdevon unterscheidet sich die überlieferte Tierwelt schon äusserlich durch die Erhaltungsform. Die Fossilien zeigen meistens eine mehr oder weniger starke Verkiesung. Bald nach der Einbettung bzw. dem Absterben der Organismen müssen sich die Leichen mit einem Schwefelkiesspiegel überzogen haben, der sie vor einer Zerstörung der Oberfläche schützte. Mitbedingend bei der Fossilisation war auch das feine Sediment, das schon bei einer geringen Bedeckung der Leiche einen guten Abschluss bewerkstelligte. Zuweilen sind im Innern bzw. unmittelbar unter der Oberfläche der Fossilien

grössere Pyritkristalle festzustellen. Auf diese Verhältnisse komme ich näher im Zusammenhang mit dem Schwefelkies und seiner Bildung zu sprechen.

In den meisten Fällen ist im Innern der Fossilien eine Erfüllung von Kalkspat und Sediment zu erkennen, wie die Dünnschliffe durch Fossilien zeigen. Auch vollständige Verkieselung ist zu beobachten, was für die Präparation besonders nachteilig ist. Die Verkieselung ist nicht nur örtlich vorhanden, wie Traquair es annahm, sondern überall anzutreffen. Die verschiedenen Erhaltungsarten können auch bei ein und demselben Fossil auftreten.

Präparation. Die Präparation der verkiesten Fossilien beruht auf einer Entfernung des weichen Tonschiefers von dem härteren Schwefelkiesüberzug. Es ist dies meist eine zeitraubende Arbeit, die mit scharfen Messern und geeigneten Bürsten durchgeführt wird.

Die in letzter Zeit von Matern, Schwarz und Udluft (Schwarz, A. & Matern, H. 1927 Udluft, H. & Matern, H. 1926) aufgestellten Präpariermethoden speziell für verkieste Fossilien mit Hilfe von Spaltenfrost sowie Erhitzung unter Stickstoffabschluss und Abkühlung in Flusssäure lassen sich für die meisten Hunsrückschieferfossilien kaum in Anwendung bringen, einmal weil die Fossilien flächenhaft dünne Gebilde darstellen, und zum andern der dünne Schwefelkiesüberzug einen in diesem Fall ungewollten Zerfall herbeiführen würde.

Erhaltung. Die Erhaltung der Fossilien ist häufig eine ganz ausgezeichnete; ich weise auf die von Broili beschriebenen Trilobiten mit Gliedmaßen hin (Broili, 1928 d; 1930 d), sowie auch auf die in letzter Zeit zahlreich aufgefundenen Arthropoden, die ebenfalls die Extremitäten gut erhalten wiedergeben. In allen Sammlungen sind Seesterne und Crinoiden vorhanden, Gebilde, die sehr schnell verfallen, die hier aber ziemlich häufig bis in die äussersten Spitzen vollkommen erhalten sind und selten Verwesungs- und Zerfallserscheinungen aufweisen.

Demgegenüber sind zerfallene Fossilien und Fossilreste weit häufiger anzutreffen; auch hier geben die Sammlungen ein falsches Bild. Vollkommen zerfallene Crinoidenstiele erfüllen ganze Schichtflächen bzw. durchsetzen ganze Schichten; besonders auch Trilobiten kommen vollkommen in die einzelnen Teile aufgelöst und zerstreut liegend vor, wie auch der beginnende Zerfall von Seesternen in der Literatur bereits Erwähnung gefunden hat (Königswald, R. v., 1930 b).

Art des Vorkommens. Das Vorkommen der Fossilien ist einmal an Schichtflächen gebunden. Vollkommene Bedeckung einer solchen von Muscheln, Crinoiden, Seesternen und dergleichen ist an verschiedenen Stellen beobachtet worden. Vollständig erhaltene Fossilien liegen in diesen Fällen neben vollkommen zerfallenen. Weit häufiger jedoch ist die vereinzelte Verteilung der Fossilien im Sediment. Bestimmte

Horizonte sind fossilreicher als andere, und einzelne Horizonte sind durch das besonders häufige Auftreten einer oder mehrerer Arten charakterisiert.

Die bereits erwähnten dünnen sandigen und sandig-schiefrigen Zwischenlagen in den Tonschiefern haben dieselben Fossilien wie die Tonschiefer. Die gelegentlich geringen Substratverschiedenheiten dieser geringen Art haben also auf die Tiere keinen besonderen Einfluss gehabt. Gerade Grenzschichten von Tonschiefer und sandigem Schiefer zeigen verschiedentlich eine Anhäufung von Fossilien. Sowohl die sandigen Schiefer als auch die Tonschiefer sind das Substrat für das Tierleben gewesen.

2. Die Fauna.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen möchte ich die Fauna und Flora nun selbst behandeln. Bei der Angabe will ich versuchen, auch ein Bild der Häufigkeit und vor allen Dingen der Art des Vorkommens zu entwerfen. Selbstverständlich wird auch hier eine vollständige Erfassung der Fauna nicht möglich sein. Die Faunenzusammenstellung für den Tonschiefer ist nach dem Material der preussischen geologischen Landesanstalt, der geol. pal. Sammlung der Universität Berlin, der ausgezeichneten Sammlung des Herrn Herold in Monzingen, sowie des Herrn Pullig in Gemünden, der weitverzweigten Literatur und schliesslich meinen eignen Aufsammlungen gemacht.

a) Coelenterata.

Spongiae. Als Spongie ist ein netzförmiges Gebilde gedeutet, welches aber sehr häufig in Verbindung mit Orthoceren aufzutreten scheint; daher soll es dort Erwähnung finden.

Als *Asterocalamites* bezeichnete Pflanzen von Gemünden und Bundenbach sollen nach Angabe von Kräusel & Weyland Abdrücke einer Spongie sein. Eine entsprechende Fossilbeschreibung konnte ich in der Literatur nicht finden (Abb. siehe Kräusel, R. & Weyland, H. 1930 a, Taf. 14, Abb. 1).

Eine dünnwandige Spongie von Trichter- oder Zylindergestalt beschrieb Schlüter (1892) von Gemünden und belegte sie mit dem Namen *Protospongia rhenana.*

Anthozoa. Korallen sind eine sehr häufige Erscheinung in den Tonschiefern, sowie auch in den Sandsteinen des Hunsrückschiefers. Besonders kommen Vertreter der beiden Gattungen *Pleurodictyum* und *Zaphrentis* vor, die ich auch schon aus den sandigen Ablagerungen erwähnte. Örtliche Anreicherungen fallen auf. Auf der Grube Hipplau bei Rudolfshaus (Hahnenbachtal) gelangt ein Schieferpaket zum Abbau, welches viele Exemplare von *Zaphrentis sp.* birgt. Meist sind es nur kleine Exemplare, die dort vorkommen. Einen Anhalt für die Häufigkeit gibt die Tatsache, dass jede fertige Schieferplatte mindestens ein,

meistens aber mehrere Individuen zeigt. Sehr oft findet man *Phacops ferdinandi* als Begleiter. Das Gegenteil konnte ich in Gemünden feststellen, wo ich kein Exemplar finden konnte. Im übrigen sind Korallen aber im gesamten Hunsrückschiefer häufiger anzutreffen.

β) Echinodermata.

Asterozoa. Der Hunsrückschiefer ist bekannt durch die Häufigkeit der Vertreter dieser Tiergruppe, die allerdings nur auf ganz wenige Orte beschränkt zu sein scheinen. An erster Stelle steht hier der bekannte Fundort Bundenbach, wo alle unten angeführten Arten vorkommen. Bei einer doch sonst verhältnismäßig selten fossil überlieferten Tiergruppe ist ein so reichliches Vorkommen etwas Aussergewöhnliches.

Folgende Arten sind von Bundenbach bekannt:

Palaeostella solida Stürtz
Pseudopalasterina follmanni Stürtz
Helianthaster rhenanus Roemer
Urasterella asperula Roemer
Jaekelaster petaliformes Stürtz
Palasteriscus devonicus Stürtz
Echinasterella sladeni Stürtz
Loriolaster mirabilis Stürtz
Cheiropteraster giganteus Stürtz
Palaeosolaster gregoryi Stürtz
Echinasterias spinosus Stürtz
Echinodiscites multidactylus Stürtz
Echinostella traquairi Stürtz
Medusaster rhenanus Stürtz
Bundenbachia benecki Stürtz
Palaeophiomyxa grandis Stürtz
Palaeophiura simplex Stürtz
Encrinaster roemeri Schöndorf
,, *tischbeinianus Roemer*
Ophiurina lymani Stürtz
Furcaster palaeozoicus Stürtz
Palastropecten zitteli Stürtz
Eoluidia decheni Stürtz
Eospondylus primigenius Stürtz
Miospondylus rhenanus Stürtz
(?) *Astropecten schlüteri Stürtz.*

Gerade in letzter Zeit ist verschiedentlich in Arbeiten auf diese Tierklasse im Hunsrückschiefer hingewiesen worden, und zwar interessierten einige Forscher bestimmte Stellungen der Arme, die einmal auf Strömungen hinweisen, zum anderen Bewegungsstellungen fossil wiedergeben sollen.

Quenstedt (1927, S. 415) weist darauf hin, dass bei Seesternen oft alle fünf Arme in derselben Richtung liegen, und er spricht von einem „Schwoien" der leichter beweglichen Arme in der Strömungsrichtung.

Klähn (1929) kommt auf Grund einer Platte mit *Urasterella asperula*, sowie auch von anderem Material zu dem Ergebnis, dass eine Einbettung in ruhigem Wasser vorliegt. Andere Platten, er gibt Abbildungen von *Encrinaster tischbeinianus* und *Urasterella asperula* (Klähn 1929, Tafel XXXII unten und Tafel XXXIV), deuteten ihm ein einseitig bewegtes Wasser an, das die Tiere bei der Einbettung in die entsprechende Lage brachte.

Sehr reichliches Material konnte R. v. Königswald (1930 b) untersuchen, und er analysiert die Einregelung der Seesterne in den Bundenbacher Schiefern viel weiter als Klähn. Neben ungeregelt eingeordneten unterscheidet er geregelt eingelagerte Seesterne. Bei letzteren trennt er solche ab, die durch Einsteuerung geregelt sind, wobei es darauf ankommt, dass die Scheibe festliegt und nur die beweglichen Arme auf die Strömung reagieren. Die verschiedene Intensität der Strömung erzeugt so die dreizinkige, vierzinkige Gabellage und die Schirmlage, je nachdem ob drei, vier oder alle Arme in die Stromrichtung gelegt sind. Daran schliesst er noch die Quirllage, die durch Wasserstrudel erzeugt sein soll. Bei noch stärkerer Wasserbewegung kam es zu einer Einregelung durch Einkippung, die durch eine Bewegung vertikaler Art verursacht ist. Beginnende Kippstellung, Kippstellung und Wälzstellung sind die der Bewegungsintensität des Wassers entsprechenden Lagen.

R. von Königswald schätzt, dass von hundert Seesternen nur 5—10% uneingeregelt sind. Dieser Angabe muss ich entgegentreten. An Ort und Stelle lassen sich zwei Arten des Vorkommens feststellen. Wie ich bereits ganz allgemein anführte, so kommen auch die Seesterne einmal auf deutlich abgesetzten Schichtflächen vor, ausserordentlich häufig und in Scharen zusammenliegend. Meistens zeigen diese eine Beeinflussung durch die Strömung, in der von R. von Königswald geschilderten Form. Dann kommen sie vereinzelt in den verschiedenen Schichten verteilt vor. Diese liegen dann fast immer regellos, die Arme häufig verschlungen, im Sediment. Die zahlenmäßige Angabe in obiger Form ist nicht gerechtfertigt, sondern verschiebt sich zugunsten der ungeregelt eingelagerten Seesterne.

Mit der Analyse der Fortbewegung der Tiere hat sich Klinghardt (1930) beschäftigt. Er sieht vielfach in den Armstellungen, die Klähn und R. von Königswald als Strömungserscheinungen deuten, noch die Lebensbewegungen fossil erhalten. Eine umfassende Arbeit darüber wird demnächst von Klinghardt zur Drucklegung gegeben; es ist mir daher nicht möglich, darauf näher einzugehen.

Wenn gerade ein Teil dieser Fossilien von einer Strömung Zeugnis ablegt, so ist die Frage, ob diese Tiere überhaupt am Einbettungsort gelebt haben, berechtigt. Sehr wahrscheinlich haben hier welche gelebt. Die besonderen Anhäufungen auf den Schichtflächen jedoch sprechen für eine Besonderheit, die R. von Königswald durch eine Vergiftungskatastrophe belegt wissen möchte.

Das häufige Zusammenliegen auf den Schichtflächen glaube ich durch einen rezenten Vorgang belegen zu können. Bei meinem Aufenthalt in Wilhelmshaven war mir folgende kleine Beobachtung sehr interessant. Schlangensterne sind im Watt hin und wieder zu sehen. An einem Tage jedoch war während der Ebbe ein Teil eines Wattstrandes vollkommen von Schlangensternen erfüllt, was eine ungewöhnliche Erscheinung ist. Da an diesem Tage starker Ostwind herrschte, der auch einen besonders niedrigen Stand des Wassers verursachte, konnte es sehr gut möglich sein, dass durch die vorherige Flut Gebiete ergriffen wurden, wo besonders viel Schlangensterne lebten, die nun mit der Strömung zu diesem Watteil transportiert wurden. Es handelte sich nur um die eine Art, *Ophiura albida.* Die Tiere bewegten sich sehr schnell auf dem Wattstrand herum, bzw. waren ganz gering in dem Sediment eingebettet. Bei einem solchen Vorgang können sehr leicht eine Reihe von Individuen verenden, die nun von der nächsten Strömung beansprucht und auch zufällig zugleich eingedeckt werden können.

Gerade das alleinige Vorkommen von Asterozoen ohne andere Fossilien auf den Schichtflächen, sowie auch das Vorkommen von meist nur einer Art, stimmt sowohl für den Hunsrückschiefer wie auch für das rezente Beispiel. Ähnliche Vorgänge, die ja auch im tieferen Wasser vor sich gehen können, mögen in Bundenbach, aber auch an anderen Orten eine Rolle gespielt haben.

Die angeführten Asterozoen von Bundenbach verteilen sich auf ein Schichtpaket von etwa 100 m Mächtigkeit. Einzelne Horizonte sind durch das Vorkommen von bestimmten Arten ausgezeichnet.

Neben Bundenbach kommt noch Gemünden als häufigerer Fundort für Asterozoen in Frage. Von der reichen Bundenbacher Fauna ist hier nur eine beschränkte Anzahl von Arten wiederzufinden, was vielleicht durch die geringere Mächtigkeit der abgebauten Schichten in Gemünden bedingt sein mag.

Häufiger kommen in Gemünden vor:

Helianthaster rhenanus Roemer
Furcaster palaeozoicus Stürtz
Encrinaster tischbeinianus Roemer
Urasterella asperula Roemer.

Dieselbe Häufigkeitserscheinung haben wir auch bei den Crinoiden dieser beiden Fundorte. Vielleicht sind es örtliche Bedingungen, die diese Verteilung bei der Ablagerung hervorgerufen haben. Ganz all-

gemein lässt sich für diese beiden Tiergruppen die Regel aufstellen, dass sämtliche Arten, die in Gemünden vorkommen, auch in Bundenbach vorhanden sind; umgekehrt besteht dieses Verhältnis jedoch nicht. Die Formenmannigfaltigkeit von Bundenbach ist in Gemünden bisher vergeblich gesucht worden.

In den Dachschiefergruben des Rheingebietes ist meines Wissens bisher noch kein Vertreter der Asterozoen gefunden worden. Da die Fossilisationsbedingungen wohl nicht sehr verschieden waren, kann man annehmen, dass diese Tiergruppe lokale Lebensgebiete im Hunsrückschiefermeer einnahm, was auch durch rezente Analoga verständlich wird.

Pelmatozoa. Die Blastoideen sind im Hunsrückschiefer mit einer Art vertreten, und zwar ist es

Pentremitidea medusa Jäkel.

Die Crinoiden dagegen erfreuen sich in den Tonschiefern des Hunsrückschiefers einer weiten Verbreitung. Die Erhaltung ist in vielen Fällen ganz ausgezeichnet; vollständige Exemplare mit Verfestigungsapparat, Stiel, Kelch und Armen, bis in die feinsten Spitzen erhalten, sind zu finden. Auch die Crinoiden zeichnen sich durch mannigfache Gattungen und Arten aus.

Folgende Arten sind zur Zeit bekannt:

Triacrinus elongatus Follmann
Calicanthocrinus decadactylus Follmann
Hapalocrinus gracilor Jäkel
elegans Jäkel
frechei Jäkel
hauchecornei Jäkel
,, *inermis Jäkel*
Lasiocrinus kayseri Jäkel
Cyathocrinus goldbecki Jäkel
grebei Follmann
Parisocrinus zeaeformis Follmann
Codiacrinus schultzei Follmann
Rhenocrinus ramosissimus W E. Schmidt
Botryocrinus n. sp. a., und *n. sp. b. W. E. Schmidt*
Arthroacantha eupelmatus W E. Schmidt
Culicocrinus spinatus Jäkel
Macarocrinus spingeri Jäkel
Acanthocrinus rex Jäkel
Eutaxocrinus stürtzi Follmann.

Über die Lebensweise, sowie die Art der Einbettung, den Standort und das Absterben der Crinoiden im Hunsrückschiefermeer haben sich besonders Jäkel (1895) und Haarmann (1920) ausgesprochen.

Jäkel und auch R. von Königswald (1930 a) weisen darauf hin, dass nur bei ganz wenigen Crinoiden die Skelettsäule auseinandergefallen ist. Diese Feststellung ist ein Irrtum, der nur durch die Sammlungen zustande kam, in denen vorzugsweise nur gute Exemplare ein bleibendes Heim finden. Neben vollkommen erhaltenen Crinoiden überwiegen ungleich die zerfallenen. Ich erwähnte bereits, dass ganze Schichten von vollständig zerfallenen Skeletteilen erfüllt sind, wobei längere Stielteile völlig regellos durcheinander liegen.

Auf der Grube Karchheck bei Oberkirn, etwa 6½ km westlich von Gemünden, fiel mir in dem dort abgebauten Dachschieferstoss eine Menge von zerfallenen Crinoidenstielen auf, die nicht übermäßig dicht, jedoch ziemlich zahlreich (fertige Schieferplatten enthielten häufig einen Rest) regellos neben- und übereinander im Sediment verteilt lagen. Die Stengelteile waren teilweise zerfallen bis auf wenige Skelettteilchen, daneben waren auch längere Stielteile bis zu 20—25 cm Länge vorhanden. Bemerkenswert war nun, dass der Durchmesser sämtlicher Stielteile etwa gleichgross war und zwischen 4—5 mm schwankte. In der ganzen Schicht ist kein vollständiges Exemplar oder eine Krone gefunden worden.

Zur Erklärung könnte man heranziehen, dass die zarteren fleischigen Teile der Kelche und Arme von besonderen Nahrungsspezialisten gefressen worden sind. Dies scheint mir jedoch ein etwas unwahrscheinlicher Vorgang zu sein, der auch das Fehlen von Wurzeln sowie die gleichmäßige Dicke der Stiele nicht beantwortet. Ich möchte vielmehr hier an ortsfremdes Material denken, welches durch eine Strömung an einer entfernten Stelle aufgenommen bzw. losgerissen worden ist und hier entsprechend der wechselnden Strömungsintensität des Wassers selektiv abgelagert wurde. Hier an dieser Stelle sanken nun gerade diese Stücke gleicher Stieldicke regellos zu Boden.

Crinoiden sind fast überall in den Tonschiefern anzutreffen; an fast allen Stellen im Gelände gelingt es, winzige Stielteile herauszuklopfen. Die überaus weite Verbreitung von zerfallenen Stielgliedern im Hunsrückschiefer spricht für eine Verfrachtung der abgerissenen oder abgestorbenen Crinoiden durch die herrschenden Strömungen, wofür das Beispiel von der Grube Karchheck ebenfalls ein Zeugnis ablegt. Ein ganz analoges Vorkommen konnte ich jetzt auch in einer Schiefergrube bei Gemünden nachweisen; hier handelt es sich um gleiche, jedoch dünnere Stengelteile.

Die Crinoiden sind auch von Klähn (1929) und von R. von Königswald (1930 b) als Strömungsindikatoren herangezogen worden. Letzterer weist darauf hin, dass die Seelilien durch den Stiel in der Bewegungsfreiheit gehemmt waren, da der Stiel als Anker funktionierte; auch hier unterscheidet er ungeregelt eingelagerte und geregelt eingelagerte Seelilien.

Haarmann (1920) hat darauf hingewiesen, dass man bei den palaeozoischen Crinoiden mit nicht so dauernder Sessilität rechnen darf und dass wohl kaum alle Formen dauernd festgesessen haben. Er führt schon *Acanthocrinus rex* als Beispiel an, eine Form, die sich nur an passenden Stellen zeitweise festsetzte. Auf gelegentliche oder nachträgliche Anheftung deuten sicherlich auch solche Formen, die die Befestigungszirren nur auf einer Seite des Stiels tragen.

Die allermeisten Arten der Crinoiden kommen in der Umgebung Bundenbachs vor. Daneben steht Gemünden, wo jedoch der Artenreichtum hinter dem Individuenreichtum zurücktritt. Ausser einigen wenigen Formen wie z. B.:

Cyathocrinus grebei Follmann
Hapalocrinus elegans Jäkel
Acanthocrinus rex Jäkel
Eutaxocrinus stürtzi Follmann

sind es ganz besonders

Triacrinus elongatus Follmann
Calycanthocrinus decadactylus Follmann,

die häufig auftreten, und deren dünne Stiele immer wieder angetroffen werden, die vollkommen verschlungen oder auch in zerfallenem Zustande ganze Schichten durchsetzen.

Durch Arten-, sowie auch Individuenarmut zeichnen sich die Schiefergruben im Rheingebiet aus.

γ) *Vermes.*

Etwas Positives anzugeben, ist sehr schwierig. Kriechspuren von Würmern sind verhältnismäßig häufig, lassen aber kaum eine Deutung und Beschreibung des Wurmes selbst zu.

Auf *Maucheria gemündensis Broili* fand ich zwei Exemplare eines Röhrenwurmes der Gattung *Spirorbis*; beide sind nur sehr mangelhaft erhalten. Eines der Exemplare lässt eine annähernde Beschreibung zu und sei, da es bei bekannten Arten nicht untergebracht werden kann, als

Spirorbis n. sp.

vorläufig in der Literatur eingeführt, bis neues Material eine bessere Beschreibung zulässt.

Die Schale sitzt mit der ganzen Unterfläche auf, ist erheblich flach gedrückt, hat aber ihre kreisrunde Form annähernd behalten. Der Durchmesser des Stückes beträgt 5 mm; der Querschnitt der scheinbar dünnen Schale ist fast kreisrund und hat einen Durchmesser von 2 mm. Die Schale ist spiralig gewunden, und die einzelnen Umgänge berühren sich. Weiterhin ist die Schale mit breiten, deutlichen Querrippen verziert, die gelegentlich an der Innenseite der Schalenwindung in einen länglichen Knoten anschwellen können. Die Anordnung der Rippen ist nicht ganz regelmäßig, sie stehen um ihre Eigenbreite oder etwas weniger auseinander; auch ist ihre Anordnung nicht streng radial.

Der Fundort dieser Art ist die Kaisergrube in Gemünden. Das Original befindet sich in der geol. pal. Sammlung der Universität Berlin.

Eine geeignete Abbildung anzufertigen, ist mir nicht möglich; das Exemplar befindet sich aber auf der Abbildung von *Maucheria gemündensis Broili* (Taf. 2, Abb. 1).

δ) *Brachiopoda.*

Die Brachiopoden sind die vorherrschende Tiergruppe in den Sandsteinen des Hunsrückschiefers, wo sie, wie bereits erwähnt, in Bänkchen und meist sehr häufig vorkommen. Viele der angegebenen Formen kommen auch in den Tonschiefern vor. Hier allerdings ist die Art des Vorkommens verschieden. Meist einzeln, seltener in wenigen Exemplaren zusammenliegend, treten sie ganz im Gestein verteilt auf den Schieferplatten auf. Unvergleichlich seltener als in den Sandsteinen sind sie daher in den Tonschiefern. Vorwiegend sind sie aus dem Rheingebiet (Dachschiefergruben) bekannt geworden, seltener scheint ihr Vorkommen auf dem Hunsrück zu sein.

Eine sehr schöne Fauna haben die Kieselgallen in den Tonschiefern bei Bad Schwalbach geliefert, die von Fuchs in den Erläuterungen zu Blatt Bad Schwalbach (1930 b) genannt sind.

Aus den Tonschiefern sind anzuführen:

Lingula hunsrückiana Fuchs
Chonetes semiradiata Sow.
,, *n. sp. aff. oblonga A. Fuchs*
Spirifer arduennensis Schnur
assimilis A. Fuchs
explanatus A. Fuchs
hercyniae Giebel
incertus A. Fuchs
,, *subcuspidatus Schnur*
Rhynchonella daleidensis var. gracilor A. Fuchs
Trigeria confluentina A. Fuchs
Athyris sp.

Sicherlich gibt es noch eine Reihe anderer Arten, die vorkommen, die mir aber bisher noch nicht zugänglich waren.

ε) *Mollusca.*

Lamellibranchiata.

Durch ein ebenfalls nicht allzu häufiges Vorkommen zeichnet sich diese Tiergruppe aus. Als Hauptfundort gilt Gemünden. Selbstverständlich haben auch eine Reihe anderer Gruben kleine Ansammlungen aufzuweisen, wie z. B. die Grube Unterer Kreuzberg bei Weisel, Grube Nauheim bei Steeg u. a.

Aus den Tonschiefern sind zu nennen:

Ctenodonta millestria Beushausen
gemündensis Beushausen
Rhenania kryptodonta A. Fuchs
Leiopteria crenatolamellosa Sandberger
Puella grebei E. Kayser
,, *elegantissima Beushausen*
Buchiola bicarinata Beushausen
reliqua Beushausen
,, *n. sp. A. Fuchs*
Leptodomus dolichopterus A. Fuchs
Aviculopecten n. sp. A. Fuchs.

Nur ganz selten kommt es zu einer Anhäufung in grösserer Zahl auf einer Schichtfläche; in der Mehrzahl der Fälle kommen sie vereinzelt im Schiefer vor. Im Gegensatz zu den Lamellibranchiaten der Sandsteine, wo sie auch hin und wieder ganze Bänkchen ausfüllen und meist dickschalig sind, handelt es sich in den Tonschiefern um dünnschalige Formen, die zum allergrössten Teile zu den Homomyariern gehören.

Neben dem erwähnten häufigeren Auftreten von Lamellibranchiaten in Gemünden ist das Vorkommen von winzig dünnen, kleinen Muschelschalen etwas Ungewöhnliches, was sonst kein anderer Fundort aufweist. Ganze Schichten sind erfüllt davon. Meist liegen sie einzeln, auf den Schieferplatten verteilt, zuweilen aber auch streifenförmig angehäuft. Die letzte Anordnung ist sicherlich durch eine Zusammenschwemmung infolge von Wasserbewegungen zustande gekommen und erinnert stark an rezente Schillagen, ganz ähnlich wie sie in den Watten der Nordsee zu beobachten sind. Dünne Schälchen, zuweilen stark zerrieben, in geringer Breite angeordnet, auf feinkörnigem Untergrund sind das Charakteristikum dieser streifenförmigen Anhäufungen in den Tonschiefern.

Die einzelnen Muchelschälchen — meist sind es Buchiolen — sind scharfkantig zertrümmert, was wohl durch die Wasserbewegung verursacht ist. Gerade in Gemünden könnte man daran denken, dass es sich um die Hinterlassenschaft von muschelweidenden Asterozoen handelt. Stellenweise müssen die Asterozoen zahlreich vorhanden gewesen sein, was ja auch ihr örtliches, häufigeres Vorkommen kundtut; da in erster Linie Muscheln ihre Nahrung bilden, wäre diese Erklärungsweise nicht von der Hand zu weisen.

Alle diese Fragmente und auch teilweise noch ganze Schälchen sind meist einklappig; geschlossene Exemplare oder Andeutungen von zwei zusammenhängenden Schalen habe ich nur ganz selten beobachtet; auch dies würde noch für eine nachträgliche Bearbeitung durch bewegtes Wasser sprechen.

Das Vorkommen dieser kleinen, dünnen Schalentrümmer muss in Gemünden grössere Verbreitung haben, da bereits das älteste Samm-

lungsmaterial dieselben zeigt und sie auch heute noch recht häufig auf dem gewonnenen Tonschiefermaterial zu beobachten sind. Von anderen Örtlichkeiten sind mir solche dünnschaligen, kleinen Muschelfragmente nicht bekannt geworden, auch von Bundenbach nicht. Aus diesem Grunde ist das Vorkommen von solchen Muschelresten zum Erkennen von Gemündener Fossilstücken ein guter Fingerzeig und schliesst so häufige Verwechslungen aus.

Gastropoda.

Die Prosobranchier scheinen besonders in den sandigen Teilen des Hunsrückschiefers ihr Lebensgebiet gehabt zu haben. Dagegen dominieren in den Tonschiefern bei weitem die Pteropoden.

Aspidobranchia. In den Tonschiefern ist ganz vereinzelt *Pleurotomaria striata Goldfuss* gefunden worden. Nur einmal konnte A. Fuchs ein kleines Nest mit einigen Exemplaren dieser Art auffinden.

Conularia. Die Conularien sind durch fünf Arten vertreten, die sich auf folgende Fundorte verteilen:

	Bundenbach	Gemünden	Grube Gottes Segen bei Weisel
Conularia tulipa Richter	+	—	—
sp. a. Richter .	+	—	—
bundenbachia Richter	+	—	—
gemündina Richter .	—	+	—
mediorhenana A. Fuchs	—	—	+

Nach R. Richters Angabe sind bisher sechs Exemplare gefunden (Richter 1930), die sich auf die fünf angegebenen Arten verteilen, wozu neuerdings noch ein Exemplar von *Conularia bundenbachia* tritt, welches in dem Besitz von Herrn Prof. Haarmann ist. Über die Lebensweise lässt sich nichts Genaueres angeben. R. Richter, der ganz besonders die Lebensweise zu erkunden suchte, kam zu keinem endgültigen Resultat, er schliesst jedoch alle Möglichkeiten bis auf Festsitzen und Schwimmen aus.

In den Sandsteinen des Bornicher Horizonts kommt eine Art vor, *Conularia subparallela Sandberger*, die in den Tonschiefern bisher noch nicht gefunden ist.

Örtlich kommt es auch zu Anreicherungen von Tentaculiten.

In den Geoden bzw. Kieselgallen der Tonschiefer bei Bad Schwalbach fand A. Fuchs (1930 b) eine interessante Beyrichien- und Tentaculitenfauna. A. Fuchs gibt in den schon genannten Erläuterungen folgende Tentaculiten an:

Tentaculites n. sp. cf. scalaris Sandberger
n. sp. A. Fuchs.

Eine weite Verbreitung haben die Tentaculiten in Gemünden. Ähnlich wie die dünnen Muschelschalen, mit denen sie häufig auch zusammen vorkommen, durchschwärmen sie in grosser Häufigkeit ganze Schichten zusammen mit vereinzelten kleinen Orthoceren. Nicht so wie sie gestorben sind, liegen sie hier auf den Platten, sondern eine Wasserbewegung hat ihre Lage beeinflusst. Selten sind es ganze Exemplare, meistens sind die Spitzen oder der obere Teil abgebrochen. Zwei Anordnungsrichtungen, etwa aufeinander senkrecht stehend, sind auf den Schieferplatten vorhanden, und zuweilen verraten auch kleine radiale Anordnungen kleine Wasserwirbel. Man könnte an eine Seigerung des Materials denken, was auch durch die verhältnismäßig gleiche Grösse bestätigt wird; die dabei liegenden etwas grösseren Orthoceren konnten durch die erhaltenen grossen Luftkammern unter den gleichen Bedingungen verfrachtet und abgelagert werden.

Folgenden Tentaculiten konnte ich unter den bisher bekannten nicht unterbringen:

Tentaculites fuchsi n. sp.

(Taf. 2, Abb. 3).

Es liegt ein nicht ganz vollständiger (wie oben erwähnt, sind die Spitzen meist abgebrochen) verkiester, spitz-kegelförmiger Tentaculit vor von 3 mm Länge. Die Skulptur besteht aus wulstigen Querringen, die nach oben hin undeutlicher werden. Die Abstände der Querringe sind unregelmäßig. Charakteristisch sind acht Längsrippen, die über die Schale und die wulstigen Ringe hinübersetzen, ohne jedoch auf den Querringen Knoten zu bilden.

In der Anordnung der Querringe könnte man *Tentaculites procerus Maurer* zum Vergleich anführen, eine Form, die etwa dieselbe Länge besitzt und dieselbe spitz-kegelförmige Gestalt aufweist. Die Querringe selbst jedoch unterscheiden sich insofern, als sie bei *Tentaculites procerus* scharfkantig, bei dieser neuen Art jedoch gerundet sind.

Der Fundort ist die Kaisergrube Gemünden. Bei den neuerdings von A. Fuchs genannten, aber noch nicht beschriebenen Arten in den Kieselgallen von Bad Schwalbach ist diese Art, wie ich mich auf Grund des Originalmaterials vergewissern konnte, nicht vorhanden.

Das Original befindet sich in der Sammlung der pr. geol. Landesanstalt in Berlin.

In den Geoden von Bad Schwalbach kommt auch ein Vertreter der Familie der Styliolinidae vor. A. Fuchs gibt in den Erläuterungen zu Blatt Schwalbach *Styliolina hunsrückiana A. Fuchs* an, eine glatte, sehr lang spitzkegelförmige Form. Auch in Gemünden kommen Styliolinen vor und zwar sehr grosse Formen.

Es ist eine eigentümliche Erscheinung, dass Tentaculiten und Styliolinen nur an diesen beiden Fundorten zutage treten. Sicherlich muss man bei ihnen mit Schwebeformen rechnen, und auch hier

bekommt man wieder ein Bild von der Verschiedenheit des Hunsrückschiefermeeres, verschieden in seinen Strömungen, die gelegentlich und nur an bestimmten Stellen diese Tiere hereinbrachten.

Cephalopoda.

Die Cephalopoden, namentlich die Orthoceren, sind in den Tonschiefern häufig verbreitet, sowohl in dem Rheingebiet, als auch auf dem Hunsrück. Sie fehlen fast in keiner Dachschiefergrube.

Orthoceren. Neben den erwähnten Arten aus den Sandsteinen haben wir in den Tonschiefern eine grössere Formenfülle. Leider ist in den Sandsteinen wie auch in den Tonschiefern die Erhaltung sehr dürftig, was die Bestimmung ausserordentlich erschwert.

Nicht weniger als sieben Arten beschreibt A. Fuchs allein aus den Tonschiefern der Grube Gottes Segen im Auelsin bei Weisel (Fuchs 1915 b).

Orthoceras angustepartitum A. Fuchs
disparisecluşum A. Fuchs
,, *var. decipiens A. Fuchs*
? percylindricum Sandberger
biornatum A. Fuchs
biannulatum A. Fuchs
,, *hunsrückianum A. Fuchs.*

Von anderen Fundorten sind ausser diesen noch genannt:

Orthoceras opimum Barr.
digitale Sandberger
percylindricum Sandberger
planiseptatum Sandberger.

Phragmoceren. Von der Grube Neue Hoffnung bei Caub beschreibt Sandberger (1889):

Phragmoceras subcultatum Sandberger
,, *incertum Sandberger.*

Beide Arten liegen nur je in einem Exemplar vor und diese dazu noch sehr fragmentarisch. Es handelt sich um sehr fragliche Dinge. Da Sandberger selbst von Verdrückungen spricht, so könnte man daran denken, dass es sich um kümmerliche Reste von Orthoceren handelt. Aus der Abbildung ist kaum etwas zu entnehmen, dabei ist *Phragmoceras incertum* überhaupt nicht abgebildet. Die Tatsache, dass bisher noch keine gleichen oder ähnlichen Stücke gefunden sind, mahnt zur Vorsicht bei einer Formenaufführung.

Cyrtoceren sind auch vertreten, allerdings durch noch unbestimmte Arten; sicherlich handelt es sich um zwei verschiedene Arten, wovon die eine in Herstein, die andere in Gemünden gefunden ist.

Die Palammonoideen haben im Hunsrückschiefer einen Vertreter,

Aphyllites (Agoniatites) falcistria A. Fuchs,

eine Form, die nur auf den Hunsrückschiefer beschränkt und horizontweise häufig ist.

Zum Schluss sei noch auf eine eigentümliche Erscheinung bei einigen Orthoceren von Bundenbach und Gemünden aufmerksam gemacht. Häufig sind Orthoceren, deren Kammerung deutlich zu erkennen ist, mit einem netzartigen Überzug bedeckt. Dieses polygonale Maschenwerk setzt ganz beliebig über die Kammerung hinweg, scheint also in keinem direkten Zusammenhang mit dem Tier selbst zu stehen. Das abgebildete Exemplar (Taf. 1, Abb. 3) zeigt nur einige Fetzen dieses polygonalen Netzes; man könnte in diesem Fall an die Überwachsung eines anderen, vielleicht Kolonien bildenden Lebewesens denken, analog rezenten Bryozoen auf lebenden Muscheln. Man findet auch spitzkegelförmige Gebilde bis zu 30 cm Länge, die vollkommen von diesem Maschennetz überzogen sind, ohne dass bei diesen eine Kammerung oder sonstige Gliederung zu erkennen wäre. Die Form lässt jedoch untrüglich auf Orthoceren schliessen, die aber schon zu Lebzeiten die Träger der aufsitzenden Lebewesen gewesen sein müssen, denn eine vollkommene Überwachsung ist nur bei dem freibeweglichen Tier möglich.

Um welche Gebilde es sich bei diesen aufsitzenden Organismen handelt, muss die Untersuchung geeigneteren Materials ergeben. Merkwürdig ist allerdings, dass bisher nur bei Orthoceren diese Aufwachsungen gefunden wurden.

ζ) *Arthropoda.*

Zu den verbreitetsten Fossilien des Hunsrückschiefers gehören die Trilobiten, und namentlich ist es *Phacops ferdinandi E. Kayser*, der auch als Leitfossil für den Hunsrückschiefer gelten kann; er wurde auch 1899 von A. Fuchs in seiner Definition des Hunsrückschiefers als Leitfossil aufgestellt. Vereinzelte eingerollte oder gestreckte, vollkommen zerfallene Individuen, die immer an den charakteristischen Phacopsaugen zu erkennen sind, auch sogar ganze Leichenfelder sind in den Tonschiefern anzutreffen. Sowohl am Rhein, als auch auf dem Hunsrück, ist er gleich häufig vorhanden.

Neben *Phacops ferdinandi E. Kayser* sind für die Tonschiefer zu nennen:

Phacops roemeri E. Kayser
Asteropyge (Cryphaeus) laciniatus Roemer
limbatus Schlüter
Dalmanites rhenanus E. Kayser
Homanolotus planus Sandberger
rhenanus C. Koch
aculeatus C. Koch
ornatus C. Koch
laevicauda mut. hunsrückiana A. Fuchs.

Interessant ist es, dass auch Trilobiten mit Gliedmaßen infolge der guten Präparationstechnik freigelegt werden konnten bei *Phacops sp.* und *Asteropyge sp.*, beide von Bundenbach.

Besonders wertvoll sind die fossilen Vertreter einiger fossilen, sowie auch rezenter Arthropodengruppen, die jedoch nur an wenigen Stellen bisher erbeutet werden konnten:

Ostracoda. In den Kieselgallen der Umgebung Bad Schwalbachs konnte A. Fuchs (1930 b) folgende Vertreter namhaft machen:

Beyrichia devonica Jones
,, *(Gibba) n. sp. cf. spinosa A. Fuchs*
Primitia (? Euprimitia) n. sp.
Eukloesenella n. sp.
? Aparchites n. sp.

Ausser diesen Geoden sind sie aus anderen Teilen des Hunsrückschiefers bisher noch nicht beobachtet worden.

Phyllocarida.

	Bundenbach	Gemünden	Caub	Bad Schwalbach
Nahecaris stürtzi Jäkel	+	+	+	+
,, balssi Broili . .	+	—	—	—
Heroldina rhenana Broili .	—	+	—	—
Mimaster hexagonalis Gürich	+	—	—	—

Von fast allen Arthropodenfunden — ausser den Trilobiten natürlich — macht *Nahecaris stürtzi* eine rühmliche Ausnahme insofern, als er an vier Orten in einer ganzen Reihe von Exemplaren bekannt geworden ist. Der Löwenanteil der Exemplare ist natürlich wieder in Bundenbach gefunden worden; in den Kieselgallen von Bad Schwalbach sind es nur zwei Reste, die diese Art hier sicherstellen. Sicherlich ist es eine im Hunsrückschiefermeer weitverbreitete Tierform gewesen. Broili glaubt in dieser Form einen guten Schwimmer zu sehen, wie er auch *Heroldina rhenana* gute Schwimmfähigkeit zuspricht. Die letzte Art ist in Gemünden in einigen Exemplaren bekannt geworden.

Die Aufführung von *Mimaster hexagonalis* verdanke ich einer brieflichen Mitteilung von Herrn Professor Dr. Gürich.

Über die systematische Stellung von *Palaeoisopus problematicus Broili* lässt sich nichts aussagen, da es sich bei diesem Funde nur um Crustaceengliedmaßen handelt, die sich in der Krone eines Crinoiden befinden. Das Exemplar stammt von Bundenbach.

Xiphosura. Auch die Ordnung der Schwertschwänze hat in Bundenbach einen Vertreter fossil hinterlassen, nämlich *Weinbergina opitzi R. Richter*. Richter weist darauf hin, dass die Einmaligkeit des Fundes für Einschwemmung sprechen könnte. Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, da ja Pflanzen vorhanden sind, die sicherlich eingeschwemmt sind. Meist war es bisher jedoch so, dass nach einem einmaligen Funde andere gefolgt sind, lediglich deshalb, weil besonders darauf geachtet wurde. Bei *Weinbergina opitzi* handelt es sich nach Richters Angabe um eine Form, die sich im Schlamm einwühlte, aber auch gelegentlich aufschwimmen konnte, also um ein benthonisches Lebewesen (Richter, R. und E., 1929).

Myriapoda. Ausserordentlich interessant sind zwei mutmaßliche Vertreter der Myriapoden:

? *Bundenbachiellus minor Broili*
Bundenbachiellus giganteus Broili.

Beide Arten, nur je in einem Exemplar bekannt, stammen von Bundenbach (Broili 1930 a). *Bundenbachiellus giganteus* war ursprünglich unter dem Gattungsnamen *Megadactylus* von Broili beschrieben worden; die Umbenennung geschah deswegen, weil der Name bereits vergeben war.

Herr Herold in Monzingen, der der Wissenschaft schon manches neue und schöne Hunsrückschiefermaterial zugänglich gemacht hat, schenkte mir ein ähnliches Stück. Leider ist es nur sehr mangelhaft erhalten, eine allzu reichliche Verkieselung macht eine weitere Präparation unmöglich. Immerhin stimmt das Stück, welches auf der Seite zu liegen scheint, in der äusserlichen Form mit den übrigen überein. Zwölf Segmente, sowie auch zwölf plumpe Extremitäten lassen sich feststellen. Die Länge des Tieres beträgt 14 cm, steht also etwa in der Mitte der Länge der beiden genannten Exemplare. Genaueres lässt sich nicht aussagen. Wesentlich ist die Tatsache, dass das neue Stück von Gemünden stammt. Eine Einschwemmung vom Lande her muss mit Vorsicht angenommen werden, besonders, wie Broili auch mit Recht betont, wenn der Fund nicht ein einmaliger ist und dazu hier eventuell zwei verschiedene Fundpunkte in Frage kommen. Ein allzu weiter Weg kann auch nicht zurückgelegt worden sein, da ja noch die Gliedmaßen vorhanden sind, die besonders schnell abfallen. Eine amphibische Form, worauf Broili hinweist, kann sehr wohl möglich sein, da Anzeichen für flachstes Wasser, sowie Küstennähe an einzelnen Stellen immerhin vorhanden sind.

Palaeopantopoda. Zum Schluss seien noch zwei Individuen dieser Arthropodengruppe genannt, die beide aus Bundenbach stammen und von Broili mit dem Namen *Palaeopantopus maucheri* belegt sind (1930 a). Auf Grund der Schreitbeine, sowie in Anlehnung an rezente Pantopoden kennzeichnet sie Broili als Grundbewohner.

η) *Pisces.*

Aus den Tonschiefern des Hunsrückschiefers sind bisher bekannt geworden:

Drepanaspis gemündensis Schlüter
Lunaspis heroldi Broili
Gemündina stürtzi Traquair
Hunsrückia problematica Traquair.

Seit sehr langer Zeit ist bereits *Drepanaspis gemündensis* bekannt. Diese Art ist bisher nur in Gemünden gefunden, noch nie ist ein Exemplar in Bundenbach zum Vorschein gekommen. In Gemünden ist dieser Fisch charakteristisch für eine Bank von wechselnder Mächtigkeit, etwa 1,50 m und weniger. In den übrigen Schichten der Kaisergrube ist *Drepanaspis gemündensis* nur äusserst selten. Leider ist die Drepanaspis führende Bank heute nicht zugänglich, da vor einiger Zeit dieser Teil der Grube dem Wasser preisgegeben werden musste.

Neben gut erhaltenen Exemplaren kommen meistens nur zerfallene Panzerplatten vor. Wenn man das Vorkommen im ganzen betrachtet, so fällt einmal das beschränkte, häufige Auftreten ins Auge, und zwar ist es so, dass die Häufigkeit des Vorkommens in der angegebenen Schicht nach beiden Seiten hin nachlässt, also auskeilt. Es handelt sich also wahrscheinlich nur um eine linsenförmige Anreicherung. Pompeckj war geneigt, in diesem beschränkten Vorkommen ein Einwandern dieser Fische vom Lande her zu sehen; sie konnten aber hier unter den neuen Bedingungen nicht heimisch werden und gingen in verhältnismäßig kurzer Zeit zugrunde. Diese Auffassung hing mit seiner Annahme zusammen, dass es im Unterdevon keine marinen Fische gab. *Drepanaspis gemündensis* tritt hier unvermittelt auf; weder ist die Heimat bekannt, noch geben ein Vorfahre im Hunsrückschiefer oder äquivalente oder andere Formationsglieder darüber Aufschluss. An eine plötzliche Abtötung, beispielsweise durch Schwefelwasserstoff, wie es R. von Königswald für Bundenbach annimmt, ist hier auch nicht zu denken, da die Tiere teilweise schon vollständig zerfallen und verstreut waren, ehe sie eingebettet wurden, während jedoch andere, unmittelbar auf derselben Platte liegende Exemplare, noch vollkommen erhalten sind. Ein Analogon wäre vielleicht Wildungen, wo wir auch in einem ganz beschränkten Horizont ein überaus reichliches Placodermenmaterial finden. Der grundlegende Unterschied ist jedoch der, dass es sich in Wildungen um eine grosse Formenfülle handelt, während wir es in Gemünden wahrscheinlich nur mit dem einzigen Vertreter einer Familie zu tun haben.

Ausser der Kaisergrube in Gemünden sind es noch zwei Lokalitäten, die Reste der Gattung *Drepanaspis* aufweisen. Es handelt sich einmal um eine Schiefergrube bei Kellenbach und eine bei Gehlweiler-Dickenschied (bei Gemünden), die beide allerdings seit längerer Zeit den Betrieb

eingestellt haben. Exemplare dieser Gruben liegen in der ausgezeichneten Sammlung von Herrn Herold in Monzingen. Es besteht vielleicht die Möglichkeit, dass es sich um andere Arten handelt, da die Bauchplatten, die vollständig erhalten vorliegen, abweichende Formen aufweisen. Auch ist die Körnelung eine andere, was jedoch nicht viel zu sagen hätte.

Von Bundenbach sind augenblicklich etwa zehn Exemplare von *Gemündina stürtzi* bekannt. Neuerdings ist in Bundenbach ein Exemplar gefunden worden, welches Herr Herold besitzt, das eine Länge von 1,05 m aufweist. Es handelt sich um Fische von rochenähnlicher Gestalt, die nach der Ansicht Broilis (1930 b) Benthosbewohner waren und kaum sehr grosse Beweglichkeit besassen.

Von *Lunaspis heroldi* sind vollständige Exemplare von Bundenbach und namentlich Gemünden bekannt, wobei es nicht sicher ist, ob Bundenbach selbst als Fundort in Frage kommt. Auch dabei handelt es sich, wie auch die Form wiedergibt, um eine benthonisch lebende Form (Broili 1929 a).

Der Vollständigkeit halber sei hier auch der von Traquair benannte Rest *Hunsrückia problematica* genannt, der, wie ja auch sein Speziesname zeigt, nicht viel zu sagen zulässt.

Fischreste sind aus den verschiedensten Teilen des Hunsrückschiefers bekannt; auch aus den Sandsteinen werden immer Bruchstücke angegeben, die meist keine Zuordnung zulassen. Durch die günstige Erhaltungsweise und vollständigen Exemplare zeichnen sich nur ganz wenige Fundorte aus. Man kann ziemlich sicher annehmen, dass Fische im Hunsrückschiefermeer heimisch waren und dass es auch ortständige, marine Fische gab.

3. Die Flora.

In älteren Fossilangaben ist hin und wieder das Vorhandensein von Algen erwähnt, allerdings mit dem Zusatz, dass sie nicht näher bestimmbar seien.

Eine nicht geringe Verbreitung haben tangähnliche Gebilde, die horizontweise ganze Platten erfüllen. Sie haben das Aussehen von Fucoiden, lassen aber sonst keine genauere Bestimmung und Behandlung zu.

Auf den als *Asterocalamites* benannten angeblichen Pflanzenrest habe ich bereits bei den Spongien hingewiesen.

An sonstigen fraglichen Pflanzenresten ist die schon mehrfach in Arbeiten behandelte *Maucheria gemündensis Broili* zu erwähnen, auf die ich ebenfalls noch einmal eingehe, da ich auch Material davon besitze (Broili 1928 b, Hirmer 1930). Nach Broilis Beschreibung handelt es sich um einen Fossilrest, der ein gering gewölbtes Band darstellt, das sich allmählich verschmälert. Zwei durch ihre abweichende Skulptur unterscheidbare Lagen lassen sich feststellen. Die untere

feinmaschige Gitterlage mit knötchenartigen Erhöhungen konnte ich an einigen Exemplaren in genau der geschilderten Form wiederfinden. Aber von der zweiten, darüberliegenden Lage, die bei Broilis Stück sehr unklar ist und schuppen- oder borkenartige Bildungen aufweist, ist bei diesen Exemplaren nichts zu sehen, wie überhaupt jede andersartige Ornamentierung fehlt. Allerdings besitze ich ein Exemplar, welches ganz vorwiegend die zweite Lage besitzt und die erste in einem ganz kleinen Fetzen ohne Knötchen zeigt (Taf. 2, Abb. 1).

Ähnlich ist es auf dem Exemplar, welches Hirmer (1930) beschrieben hat, denn auch hier ist die untere Lage nur fetzenförmig vorhanden. Die obere Lage Broilis fehlt allerdings auf diesem Fossil, und nach Hirmers Ansicht gehören die Erhebungen, die sein Stück aufweist, zu der unteren Lage. Diese Erhebungen haben mannigfache und auch komplizierte Beschaffenheit.

Eigentümlich ist nun, dass sowohl die obere Lage Broilis sehr detailliert, als auch die angeführte reichhaltige Knotenstruktur nebeneinander auf einem Stück vorhanden ist, welches mir vorgelegen hat.

Konstant ist bei allen Funden die untere Lage Broilis, also das feinmaschige Gitter mit in Reihen angeordneten Knötchen. Ganz verschieden ist das, was darüber liegt, das sogar an einem Exemplar überhaupt nicht vorhanden und angedeutet ist. Vielleicht sind es doch Dinge, die voneinander zu trennen sind. Doch dies müssen weitere Funde lehren.

Eine Tatsache ist noch von Bedeutung, nämlich das Vorhandensein von *Spirorbis n. sp.* auf *Maucheria gemündensis*. Heute kommt *Spirorbis* häufig auf Tangen vor; aus palaeozoischen Ablagerungen sind ebenfalls Vertreter dieser Ordnung auf Brachiopoden und anderen Tieren bekannt geworden. Handelt es sich bei *Maucheria gemündensis* nun wirklich um eine Pflanze, so muss es eine solche gewesen sein, die mit grosser Wahrscheinlichkeit im Wasser ihren Lebensort hatte, wofür auch das häufigere Vorkommen sprechen würde. An eine Einschwemmung von *Maucheria* mit *Spirorbis* oder an eine nachträgliche Ansiedlung auf der eingeschwemmten Pflanze ist weniger zu denken. Ich möchte hier, was mir auch das alleinige Vorkommen der unteren Lage von *Maucheria gemündensis* bestätigt, an ein tangartiges Meeresgewächs denken auf Grund der aufgewachsenen Exemplare von *Spirorbis*. Es soll nur eine Vermutung sein, denn eine einwandfreie Beweisführung ist nicht möglich und kann erst nach weiteren günstigen Funden durchgeführt werden.

Neben diesen fraglichen Resten sind im Hunsrückschiefer aber auch sichere Pflanzenreste bekannt, die den Psilophyten angehören. Einmal ist es *Hostimella gemündensis Kräusel & Weyland* (1930 a) (Syn. *Rhynia gemündensis Hirmer*) von Gemünden. Dann fand ich in der Sammlung der geologischen Landesanstalt einen Pflanzenrest,

der sich als *Taeniocrada dubia Kräusel & Weyland* bestimmen liess, ebenfalls von Gemünden. *Taeniocrada dubia* ist bisher aus dem Unterdevon des Wahnbachtales, sowie im Unterkoblenz des Brohltales und Mühlbachtales bei Ehrenbreitstein bekannt geworden.

Das Vorkommen von diesen Pflanzenresten in den Hunsrückschiefern, namentlich von Gemünden, ist sehr vereinzelt. Es lässt sich wohl die Tatsache einer Einschwemmung kaum leugnen. Allerdings sprechen Kräusel & Weyland bei *Taeniocrada dubia* von einer Massenvegetation, und sie halten das Vorhandensein an den erwähnten Fundpunkten für autochthon oder doch in allernächster Nähe gewachsen. Eine Einschwemmung von weither lehnen sie ab. Im Hunsrückschiefer jedoch scheint, was die geringen und kümmerlichen Reste auch andeuten, ein entfernteres Herkommen im Bereich der Wahrscheinlichkeit zu liegen.

Als sichere Pflanzen sind nur diese beiden Formen anzugeben, die auch beide nur in Gemünden vorhanden sind. Aus den übrigen Tonschiefern, sowie auch aus den Sandsteinen ist noch nie ein sicherer Pflanzenrest nachgewiesen.

4. Kriechspuren.

Die Beurteilung der Spuren ist sehr schwierig, da in dem weichen Sediment sehr leicht Fliesstrukturen entstehen können. Spuren aus dem Hunsrückschiefer sind verschiedentlich erwähnt, nie aber beschrieben worden. Häufiger sind sie in sandigen Schiefern, offensichtlich konnten sie hier vorteilhafter konserviert werden als in dem weicheren Tonschiefermaterial. Häufig habe ich sie in Gemünden beobachtet, wo sie horizontweise ganze Schichtflächen bedecken und man sie sicher als Kriechspuren, von organischen Lebewesen herrührend, deuten kann.

Neben nereitischen Wurmspuren sind auch solche vorhanden, die durchaus den Spuren heutiger Regenwürmer gleichen, sicherlich aber von marinen Anneliden herrühren.

5. Das Biotop.

Wie sah das Biotop aus, welches im Hunsrückschiefer vorhanden war? Am günstigsten ist es, kurz die ganze Tierwelt des Hunsrückschiefers durchzugehen. Die Anthozoen gehören ganz dem sessilen Benthos an. Die Crinoiden sind für gewöhnlich auch festgeheftete Tiere, die jedoch zeitweilig durch aktive Bewegungen ihren Lebensort verändern können. Wieweit dies bei allen Formen möglich war, entzieht sich natürlich unserer Kenntnis. Um vagiles Benthos handelt es sich bei den Asterozoen. R. von Königswald macht darauf aufmerksam, dass die Individuen mit grosser Körperscheibe und kurzen Armen, wie beispielsweise *Encrinaster*, ausgesprochene Bodenformen sind, denen die Schwimmformen mit ausgebildeten Schwimmhäuten und zarten langen Armen gegenüberstehen, bei denen somit ein Ortswechsel besser möglich war. Neben in ihrer Bewegungsfreiheit nicht gehemmten

Würmern steht der röhrenbewohnende Spirorbis, der seinen Platz nicht beliebig verändern konnte. Ebenso wie *Nucleocavia* (Richter 1930), über deren Stellung nichts bekannt ist, die aber vielleicht auch zu röhrenbauenden Würmern gehört, ist *Spirorbis* ein Epizoon. Während den Muscheln eine geringe Ortsveränderung zukommt, wie auch den Schnecken, lässt sich, wie erwähnt, über die Conularien nichts Bestimmtes aussagen. Tentaculiten und Styliolinen dagegen sind wohl zu den Schwebetieren zu rechnen und sind in ihrer Ortsveränderung von den jeweiligen Strömungen abhängig. Den vorkommenden Orthoceren wird kaum gute Schwimmfähigkeit zugesprochen werden können; die weite Verbreitung kann auf die Verfrachtung der leeren Schalen zurückgeführt werden. Die Trilobiten waren wohl in dem Stamm der Arthropoden diejenigen Vertreter, denen die grösste Beweglichkeit zukommt. Wenn auch einigen Krebsen, wie *Nahecaris*, gute Schwimmfähigkeit zugesprochen wird, so war doch die grosse Menge träge Bodenbewohner mit räuberischer Tätigkeit, die natürlich gelegentlich auch schwimmen konnten, aber keinen grossen Ortswechsel vorgenommen haben. *Palaeopantopus* kann vielleicht auf Algen grasend gelebt haben, wie es bei den rezenten Pantopoden der Fall ist. Die Fische waren wohl ebenfalls Bodentiere. Der breite Körper und der schmale Schwanz bei *Drepanaspis*, die rochenähnliche Gestalt der anderen Fische deuten darauf hin, dass sie schlechte Schwimmer waren.

Sessiles und vagiles Benthos ist ganz vorwiegend in der überlieferten Tierwelt des Hunsrückschiefers vorhanden, demgegenüber gute Schwimmer ganz in den Hintergrund treten. Einen genauen Vergleich mit rezenten Verhältnissen kann man kaum durchführen, da man ja kein Bild der Gesamtfauna hat. Die überlieferte Tierwelt bestätigt jedoch den Flachmeercharakter, der vorwiegend Benthosformen hat, die auch nur geringe Bewegung zu besitzen brauchen, weil die Nahrung in genügendem Maße zugeführt wird, da in dem durchlichteten Flachmeer genügend pflanzliches Plankton, sowie auch auf dem Boden reichlicher Pflanzenwuchs sich bilden kann und so eine wenig an spezielle Verhältnisse angepasste Tierwelt bedingt, wie sie das Hunsrückschiefermeer zeigt. Die Wasserbewegung, die sicherlich als erwiesen zu betrachten ist, sorgte in reichlichem Maße für Verteilung und Zuführung der Nahrungsstoffe für das sessile Benthos, sowie sie auch für gute Durchlüftung des Wassers Sorge trug.

Das gesamte Hunsrückschiefermeer zeigte keine gleichmäßig zusammengesetzte Organismenwelt. Das örtliche Beschränktsein von bestimmten Tierformen, sowie auch die lokale Häufigkeit einzelner Formen, ist sicherlich durch die besonderen Strömungsverhältnisse, durch die verschiedene Wassertiefe und auch durch die wechselnden Sedimentationsverhältnisse zu erklären. Es herrschten eben im Hunsrückschiefermeer alle die Verhältnisse, wie wir sie in besonders küstennahen Flachmeeren heute antreffen.

III. Der Schwefelkies und die durch ihn verursachten Verhältnisse des Hunsrückschiefermeeres.

Bei der Beurteilung der bionomischen Verhältnisse wird dem Schwefelkies häufig eine besondere Rolle zugeschrieben. Die Fossilien des Hunsrückschiefers sind meistens verkiest, eine Eigentümlichkeit, die den allermeisten tonigen Ablagerungen eigen ist. R. von Königswald sagt: ,,Die starke Durchsetzung des Bundenbacher Schiefers mit Schwefelkies rechtfertigt die Annahme grösserer Mengen von Schwefelwasserstoff am Grunde des Devonmeeres, den wir ohne Schwierigkeiten aus der Verwesung der abgestorbenen Fauna herleiten können.“ Während Klähn Vergleiche mit dem Posidonienschiefermeer des Schwäbischen Lias heranzieht, möchte R. von Königswald vielmehr eine Parallele mit dem Kupferschiefermeer für passender halten.

Lassen sich solche Ansichten, die nie bewiesen wurden, überhaupt auf das Hunsrückschiefermeer übertragen?

a) Vorkommen des Schwefelkieses.

Um der Frage näherzutreten, ist zunächst einmal festzustellen, wie und wo der Schwefelkies in den tonigen Schichten des Hunsrückschiefers vorkommt.

Wie bereits erwähnt, sind fast alle Fossilien von Schwefelkies überzogen; kleinere Fossilreste sind häufig vollständig mit Schwefelkies erfüllt.

Schicht- und Schieferungsflächen zeigen hin und wieder Schwefelkiesdendriten; an anderen Stellen ist es zu keiner Dendritenbildung gekommen, sondern es bietet sich ein dünner, unregelmäßig verteilter Überzug dar. Besonders fossilreiche Schichten zeigen diese Eigentümlichkeit.

Der Schwefelkies kommt in sehr feiner Verteilung in den Tonschiefern vor. Ihm schreibt man in hohem Maße die dunkle Farbe der Tonschiefer zu neben fein verteiltem Kohlenstoff.

Die grösste Menge des Schwefelkieses jedoch kommt in schön ausgebildeten Pyritkristallen vor, entweder in geodenförmigen, horizontweise vorhandenen Lagen — auch in den Kieselgallen — oder in langgestreckten schmalen Streifen, die ebenfalls geodenförmig angeschwollen sind. Häufig sind nur ganz wenige Kristalle in den Geoden, die nierenförmig aussehen können und auch zuweilen Fossilien führen, oder aber sie sind vollkommen erfüllt von Pyritkristallen jeder Grösse.

Schliesslich ist noch eine letzte Form des Vorkommens zu erwähnen. Klüfte und Spalten zeigen vereinzelt eine hauchdünne Auskleidung von Schwefelkies. Auch auf den sehr häufigen Milchquarzausscheidungen sind vereinzelt Pyritkristalle neben Kupferkieskristallen zu sehen. Nirgends ist eine selbständige vollkommene Kluftausfüllung zu konstatieren, die auf ein gangförmiges Erzvorkommen schliessen liesse.

Gerade das spärliche Vorhandensein in den häufigen Klüften und Spalten des Hunsrückschiefers spricht dafür, dass der Schwefelkies im Sediment selbst entstanden und nicht von aussen eingewandert ist. Auch das übrige Vorkommen spricht ohne weiteres für eine ursprüngliche Entstehung im Sediment.

b) Entstehung des Schwefelkieses.

Die Entstehung des Schwefelkieses beruht ganz allgemein auf dem Vorgang, dass infolge des bakteriellen Eiweissabbaues abgestorbener Organismen Schwefelwasserstoff entsteht, welcher auf Grund seiner reduzierenden Wirkung Eisenverbindungen in Sulfide umwandelt. Der Vorgang ist komplizierter, soll hier aber nicht erläutert werden. Das feinkörnige Hunsrückschiefersediment war zu diesem Vorgang weitgehend geeignet. Auch heute noch ist dieser Vorgang häufig wahrzunehmen. Es ist dabei nicht nötig, das klassische Beispiel Pompeckjs, das Schwarze Meer, zu zitieren. In den Wattgebieten der Nordsee ist diese Bildung etwas alltägliches. Kurz unterhalb der Oberfläche kann man im sandigen Schlick schon die dunkle Farbe, sowie auch den Schwefelwasserstoffgeruch wahrnehmen. Sogar zur Entstehung von kleinen, Schwefelwasserstoff führenden Quellen, die während der Ebbe durch ihre dunkle Farbe und ihren Geruch auffallen, kommt es. Auch in den gröberen Sandablagerungen der Ostsee kann man verschiedentlich ein Dunklerwerden des Sedimentes in geringer Tiefe und schwachen Schwefelwasserstoffgeruch feststellen. Ich beobachtete dieses an der Küste von Usedom. Der Vorgang der Schwefelkiesbildung geht also während der Ablagerung des Sedimentes vor sich.

c) Sediment, Schwefelkies und Fossilisation.

Die gute Erhaltung der Fossilien spricht zunächst für eine schnelle Einbettung, die die Leichen möglichst schnell unter genügenden Luftabschluss schaffte. Schnelle Sedimentation setzt genügende Zubringung klastischen Materials voraus, was stagnierendes Wasser ganz und gar ausschliesst. R. von Königswald glaubt, um die gute Erhaltung der Fossilien erklären zu können, eine Vergiftung der Fauna durch Schwefelwasserstoff heranziehen zu müssen. Episodische Vergiftungen sollen speziell in Bundenbach vorgekommen sein, ausgelöst durch Stürme, die das Sediment aufwirbelten, Schwefelwasserstoff freiliessen und die gesamte Lebewelt betäubten bzw. töteten; das niederfallende Sediment soll dann eine sofortige Einbettung vorgenommen haben.

Dem ist einiges entgegenzuhalten. Feinkörniges Schlickmaterial ist kaum geeignet, eine momentane und vor allen Dingen so tiefe Aufwirbelung über sich ergehen zu lassen. Gerade aus den Wattgebieten ist bekannt, dass das Sediment zähe und sehr standfest ist, besonders wenn der Schlick schon etwas älter ist. Nirgends sind in Bundenbach eine oder mehrere Schichten vorhanden, die auf einen solchen Vorgang

schliessen lassen könnten! Gerade die Tonschiefer Bundenbachs sind durch die schon lange betriebene Dachschiefergewinnung gründlich durchsucht worden. Es sind dabei weder entsprechende Fossilanhäufungen oder Fossilerhaltungen, noch eine Schwefelkies- oder Bitumenanreicherung oder irgendwelche Abnormitäten gefunden worden, die sich dafür ins Feld führen liessen. Man darf auch nicht vergessen, dass ein durch Sturm aufgepeitschtes Wasser für eine schnelle und weitgehende Verbreitung des giftigen Schwefelwasserstoffs Sorge tragen würde. Auch der Hinweis auf rezente Verhältnisse — R. von Königswald führt die Walfischbai an — kann den dortigen Verhältnissen nicht standhalten. Am Boden der Walfischbucht ist ein Faulschlamm vorhanden, die Lebewelt äusserst spärlich im Gegensatz zu dem benthosreichen Hunsrückschiefer bei Bundenbach. E. Kaiser (1930) glaubt, dass in der Walfischbucht die ständige Auflagerung von Sediment den Gasaustausch nach oben verhindert; das sich ständig ansammelnde Gas soll dann bei genügendem Druck einen Ausweg nach oben suchen und dann das bekannte Massensterben hervorrufen. Auch von solchen Verhältnissen ist nicht eine Spur im Hunsrückschiefer angedeutet. Die Fossilführung in Bundenbach ist keineswegs so aus dem Rahmen fallend, wie häufig angenommen wird.

Die gute Erhaltung scheint viel besser mit anderen rezenten Beobachtungen übereinzustimmen. R. Richter (1926) beschreibt einen Haifisch, der eingegraben wurde und zwar 75 cm tief in einem Sediment mit mäßigem Schlickgehalt. Bei einer gelegentlichen Ausgrabung nach 1¾ Jahren zeigte der Hai noch seine vollständige Form und Elastizität, Haut und Muskeln in völliger Festigkeit. Verantwortlich dafür macht Richter den mit Schwefelwasserstoff durchdrungenen sandigen Schlick, der aus dem etwas tieferen Sediment die übrige Tierwelt ausser Schwefelbakterien fernhält und so zur Konservierung beiträgt.

Genannter Vorgang lässt sich unmittelbar auf den Hunsrückschiefer übertragen, da die schnelle Einbettung, sowie die Art des Sedimentes und der Schwefelwasserstoffgehalt, der sich im Schwefelkiesgehalt kundtut, mit den rezenten Verhältnissen übereinstimmen. Die Verkiesung der Fossilien ist durch rezente Versuche auch belegt. Ich erinnere an den Versuch mit der toten Maus, die in ein Gefäss zusammen mit $FeSO_4$ gebracht wurde und bald darnach Pyritkristalle an der Oberfläche zeigte. Die Bildung der Sulfide in Sedimenten ist in neueren Arbeiten erklärt worden und beruht auf dem Zusammentreffen von Schwefelwasserstoff mit fast neutralen oder schwach sauren Eisenwässern. Die abgestorbenen Organismen liefern nach dem Tode den Schwefelwasserstoff, und die nötigen Eisenverbindungen sind im Wasser gelöst vorhanden. An der Oberfläche des Kadavers kommt es zur Bildung von einem mikrokristallinen Überzug von Schwefelkies. Tatsächlich zeigen die allermeisten Fossilien einen solchen dünnen Überzug,

der sie vor einem Zerfall schützte. Verschiedentlich ging der Vorgang auch weiter, und im Innern der Fossilien kam es zu einer Anhäufung von Schwefelkies in Gelform, welches dann vereinzelt grosse Pyritkristalle bildete.

Der Vorgang der guten Fossilerhaltung setzt also nicht im geringsten komplizierte Verhältnisse voraus, sondern passt in den Rahmen der Feststellungen hinein, die beim Sediment und bei der Tierwelt gewonnen wurden.

d) Vergleich des Hunsrückschiefers mit Posidonomyen- und Kupferschiefer.

Nicht zuletzt ist noch Stellung zu nehmen zu den Vergleichen mit Posidonomyen- und Kupferschiefermeer.

Pompeckj hat, um die bionomischen Verhältnisse des Kupferschiefermeeres, sowie auch des oberliassischen Posidonomyenschiefermeeres zu erklären, einen Vergleich mit dem Schwarzen Meer der Jetztzeit herangezogen und weitgehende Analogien aufweisen können. Der Kupferschiefer hat eine geringe Mächtigkeit, meist nur 60 cm, und ist ein bituminöser Mergelschiefer. Der Posidonomyenschiefer Schwabens ist ein stark bituminöser Schiefer, der teilweise stark mergelig ist; seine Mächtigkeit bewegt sich in Schwaben auch nur in geringen Grenzen, um etwa 7 m herum.

Ein Vergleich mit diesen Bildungen will mir rein äusserlich schon nicht recht zusagen, da die genannten Beispiele nur eine kurze Dauer lehren; der Hunsrückschiefer bei Bundenbach selbst ist in einer Mächtigkeit von etwa 100 m in den Dachschiefergruben durchforscht, die gesamte Tonschiefermächtigkeit des Hunsrückschiefers scheint mir ein bedeutendes Vielfaches dieser Zahl auszumachen. Der Kalkgehalt ist ausserordentlich gering, der Bitumengehalt ist nur spurenhaft, und nirgends ist ein bituminöser Mergelschiefer vorhanden. Der Hunsrückschiefer ist auch keineswegs an einzelnen Örtlichkeiten durch eine ähnliche Zusammensetzung wie die angeführten Sedimente ausgezeichnet. Dem Faulschlamm obiger Schichtglieder muss im Hunsrückschiefer ein sandig-toniges Sediment gegenübertreten, das den Ablagerungen küstennaher Flachmeere entspricht. Es ist ein sandiger Schlick, in einem offenen, stets gut durchlüfteten Meeresraum, abgelagert durch ein bewegtes Wasser, ein sandiger Schlick, der stets durch sandige Schichtglieder unterbrochen wird.

Diese Beschaffenheit des Sedimentes zusammen mit der schnellen und wechselreichen Sedimentation veranlassen mich, hier Bildungen zu sehen, wie wir sie finden, wenn ein Gezeitenstrom im Bereich des Mündungsgebietes grosser Flüsse den mitgebrachten feinen Schutt auf einen längeren und breiteren Streifen verteilt. Die wechselnde Intensität des Gezeitenstromes und die wechselnde Stoffzufuhr sind für die Unregelmäßigkeit des Sedimentes verantwortlich zu machen.

Zusammenfassung.

Eine Deutung des Hunsrückschiefers habe ich in erster Linie auf Grund des Sedimentes durchzuführen versucht. Wie Dünnschliffe ergeben, bestehen die Tonschiefer aus sehr feinem klastischen Material, welches jedoch wechselnde Korngrösse aufweist, und sich auch regional in seiner stofflichen Zusammensetzung ändert, häufig feinste Kleinschichtung aufweist und verschiedentlich auch Diskordanzen besitzt. Tonschiefer, sandige Schiefer und Sandsteine in wechselnder Mächtigkeit, zuweilen in schnellster Aufeinanderfolge und Wechsellagerung, setzen den Hunsrückschiefer zusammen. Durchgehende oder charakteristische Leitschichten sind auf grössere Längserstreckung nicht zu beobachten; lokale Verschiedenheiten sind häufig festzustellen. Der Hunsrückschiefer ist eine Flachmeerablagerung; die Sedimentation ging in einem ziemlich bewegten, strömenden Wasser vor sich, wobei die Sedimentzuführung, sowie die Transportkraft des ablagernden Mediums oft gewechselt haben.

Die fossilen Reste der Tonschiefer, die zunächst zusammengestellt und bezüglich ihrer Häufigkeit und Erhaltungsart betrachtet wurden, zeugen von einer ganz vorwiegend benthonischen Fauna, zu der noch einige Pflanzenreste treten. Auch die Fauna zeigt örtliche Verschiedenheiten, wie lokale Lebensgebiete und Einfluss von Strömungen. Der Gesamthabitus der Tierwelt mit seiner Formenmannigfaltigkeit stimmt mit dem Leben überein, wie wir es in rezenten, küstennahen Meeresgebieten mit geringer Tiefe haben.

Das Sediment in seiner stofflichen Zusammensetzung und Anordnung, sowie auch die Organismen und ihre Erhaltung und schliesslich auch die Strömungen lassen die bionomischen Verhältnisse erkennen, wie sie in einem küstennahen Flachmeere zu finden sind, wo Schlick, sandiger Schlick, sowie auch feiner Sand zur Ablagerung kommen. Vergleiche mit dem Posidonomyen- und Kupferschiefer, sowie auch der rezenten Walfischbucht sind nicht zulässig. Vielmehr lassen sich die gewonnenen Feststellungen mit den Verhältnissen vergleichen, die wir in dem Wattenmeer der heutigen Nordsee vor uns haben.

Literaturverzeichnis.

Abel, O., 1927. Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. X. In der Holzmadener Bucht des süddeutschen Liasmeeres, S. 586. Jena.

Andree, K., 1920. Geologie des Meeresbodens, Bd. II. Leipzig.

Asselberghs, E., 1926. Siegenien, Siegenerschichten, Hunsrückschiefer et Taunusquarzit. Bulletin de la Société Belge de Géologie 36, S. 206.

Behrend, F. u. Berg, G., 1927. Chemische Geologie. Stuttgart.

Beushausen, L., 1895. Die Lamellibranchiaten des rheinischen Devon. Abhandl. pr. geol. Landesanstalt, N. F. Heft 17 und Atlas.

Born, A., 1927. Die Anordnung der Schieferungsflächen in der rhein. Masse. Senckenbergiana 9, S. 169.

Born, A., 1929. Über Druckschieferung im varistischen Gebirgskörper. Fortschr. der Geol. u. Pal., Bd. 7, Heft 22. Berlin.

Born, A., 1930. Entgasungshügel am Ebbestrand von Walfischbucht Südwestafrikas. Senckenbergiana 12, S. 221.

Breddin, H., 1926. Die Schieferung im Siegerlande. Sitz.-Ber. pr. geol. Landesanstalt 1, S. 52.

Breddin, H., 1930. Die Milchquarzgänge des rheinischen Schiefergebirges eine Nebenerscheinung der Druckschieferung. Geol. Rundschau 21, S. 367.

Broili, F., 1928a. Crustaceenfunde aus dem rheinischen Unterdevon. Sitz.-Ber. d. bayr. Akademie der Wissensch. Math. nat. Abt., S. 197.

Broili, F., 1928b. Ein ? Pflanzenrest aus den Hunsrückschiefern. Ebenda, S. 191.

Broili, F., 1928c. Beobachtungen an Nahecaris. Ebenda, S. 1.

Broili, F., 1928d. Ein Trilobit mit Gliedmaßen aus dem Unterdevon der Rheinprovinz. Ebenda, S. 71.

Broili, F., 1929a. Acanthaspiden aus dem rheinischen Unterdevon. Ebenda, S. 143.

Broili, F., 1929b. Beobachtungen an neuen Arthropodenfunden aus den Hunsrückschiefern. Ebenda, S. 253.

Broili, F., 1929c. Ein neuer Arthropode aus dem rheinischen Unterdevon. Ebenda, S. 135.

Broili, F., 1930a. Über ein neues Exemplar von Palaeopantopus. Ein neuer Fund von ? „Megadactylus". Ebenda, S. 209.

Broili, F., 1930b. Über Gemündina stürtzi Traquair. Abh. d. bayr. Akad. d. Wissensch. Math. nat. Abt., N. F. 6.

Broili, F., 1930c. Ein neuer Nahecaride aus den Hunsrückschiefern. Zentralbl. f. Min. 1930, Abt. B.

Broili, F., 1930d. Weitere Funde von Trilobiten mit Gliedmaßen aus dem rheinischen Unterdevon. N. Jahrb. f. Min., 64. Beil. Bd., Abt. B, S. 293.

Broili, F., 1931. Über die Genusbezeichnung Heroldia. Eine Berichtigung. Zentr. f. Min. 1931, Abt. B, S. 94.

Bubnoff, S. von, 1930. Geologie von Europa, II. Bd. 1. T. V. Die Ardennen und das rheinische Schiefergebirge, S. 249.

Dechen, H. von, 1884. Erläuterungen der geologischen Karte der Rheinprovinz und Westfalen, II. Bd. Bonn.

Deecke, W., 1923. Die Fossilisation. Berlin.

Fischer, E., 1912. In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemb. 1912.

Fischer, G., 1929a. Zum Problem der Schieferung. Zentralbl. f. Min. 1929, Abt. B, S. 474.

Fischer, G., 1929b. Die Gesteine der metamorphen Zone von Wippra mit besonderer Berücksichtigung der Grünschiefer. Abh. d. pr. geol. Landesanstalt, N. F. Heft 121.

Follmann, O., 1887. Unterdevonische Crinoiden. Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. 44, S. 114.

Frech, F., 1889. Über das rheinische Unterdevon und die Stellung des „Hercyn". Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft, 41, S. 175.

Frech, F., 1902. Das Devon in: Lethaea geognostica. I. T. Lethaea palaeoz., 2. Bd., S. 117. Stuttgart 1897—1902.

Fuchs, Al., 1899. Das Unterdevon der Loreleigegend. Inaug.-Diss. Jahrb. des Nass. Ver. f. Naturk. 52.

Fuchs, Al., 1901. Über neue Beobachtungen im Unterdevon der Loreleigegend (Mittelrhein). Ebenda 54, S. 41.

Fuchs, Al., 1903. Die unterdevonischen Rensselaerien des Rheingebietes. Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt 24, S. 43.

Fuchs, Al., 1907. Die Stratigraphie des Hunsrückschiefers und der Unterkoblenzschichten am Mittelrhein, nebst einer Übersicht über die spezielle Gliederung des Unterdevons mittelrheinischer Fazies und die Faziesgebiete innerhalb des rheinischen Unterdevons. Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 59, S. 96.

Fuchs, Al., 1911. Über eine Unterkoblenzfauna bei Daaden und ihre Beziehungen zu einigen rheinischen Unterdevonstufen. Zentralbl. f. Min. 1911, S. 705.

Fuchs, Al., 1915a. Geologische Übersichtkarte der Loreleigegend (Mittelrhein), 1:50000. Pr. geol. Landesanstalt.

Fuchs, Al., 1915b. Der Hunsrückschiefer und die Unterkoblenzschichten am Mittelrhein (Loreleigegend). I. Teil: Beitrag zur Kenntnis der Hunsrückschiefer- und Unterkoblenzfauna der Loreleigegend. Abh. pr. geol. Landesanstalt, N. F. H. 79.

Fuchs, Al., 1916. Zur Stratigraphie und Tektonik der Porphyroidtuffe führenden Unterkoblenzschichten zwischen dem Mittelrhein und dem östlichen Taunus. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch., 68, Monatsber. 4—6, S. 57.

Fuchs, Al., 1922. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des rheinischen Schiefergebirges. Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt 48, S. 338.

Fuchs, Al., 1930a. Versuche zur Lösung des Hunsrückschieferproblems. Sitzungsber. d. pr. geologischen Landesanst., H. 5, S. 231.

Fuchs, Al., 1930b. Geol. Messtischblatt Bad Schwalbach und Erläuterungen.

Gerth, H., 1910. Gebirgsbau und Fazies im südlichen Teil des rheinischen Schiefergebirges. Geol. Rundschau 1, S. 82.

Goldfuss, A., 1833. Petrefacta Germaniae, I. Teil. Düsseldorf 1826—33.

Haarmann, E., 1920. Botryocriniden und Lophocriniden des rheinischen Devon. Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt 41, I. T., S. 1.

Hennig, Edw., 1920. Neue Phyllocariden und Isopoden aus rheinischem Unterdevon. Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 72, S. 292 (M. B.).

Hennig, Edw., 1921. Arthropodenfunde aus den Bundenbacher Schiefern. Paläontographica 64, S. 131.

Hesse, R., 1924. Tiergeographie. Jena.

Hirmer, M., 1930. Über ein zweites in den Hunsrückschiefern gefundenes Stück von Maucheria gemündensis Broili. Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wiss. Math. nat. Abt., S. 39.
Holzapfel, E., 1893. Das Rheintal von Bingerbrück bis Lahnstein. Abh. d. pr. geol. Landesanst., N. F. H. 15.
Holzapfel, E., 1904. Geol. Messtischbl. St. Goarshausen, mit Erläuterungen.
Holzapfel, E., 1907. Die Faziesverhältnisse des rheinischen Devon. Festschr. Ad. von Koenen, S. 231. Stuttgart.
Jäkel, O., 1895. Beiträge zur Kenntnis der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. Paläont. Abh., N. F. 3.
Kaiser, E., 1930. Das Fischsterben in der Walfischbucht. Paläobiologica 3, S. 14.
Kayser, Em., 1880. Über Dalmanites rhenanus, eine Art der Hausmannigruppe und einige andere Trilobiten aus älteren rheinischen Dachschiefern. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 32, S. 19.
Kayser, Em., 1892. Geol. Messtischbl. Rettert, mit Erläuterungen.
Kayser, Em., 1923. Devon. In: Lehrbuch der Geologie, III. Bd., S. 175. Stuttgart.
Kegel, W., 1913. Der Taunusquarzit von Katzenellenbogen. Abh. d. pr. geol. Landesanst., N. F. H. 76.
Klähn, H., 1929. Die Bedeutung der Seelilien und Seesterne für die Erkenntnis von Wasserbewegung nach Richtung und Stärke. Paläobiologica 2, S. 287.
Klinghardt, F., 1930. Über fossile und lebende Schlangensterne nebst Bemerkungen über eine Schlangenstern- und Seelilien-Brekzie. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 82, S. 711.
Koch, C., 1880. Über die Gliederung der rheinischen Unterdevonschichten zwischen Taunus und Westerwald. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. 1, S. 190.
Koch, C., 1883. Monographie der Homanolotus-Arten des rheinischen Unterdevon. Abh. d. geol. Spezialk. von Pr., Bd. 4, Heft 2.
Königswald, R. von, 1930a. Die Fauna des Bundenbacher Schiefers in ihren Beziehungen zum Sediment. Zentralbl. f. Min. 1930, Abt. B, S. 241.
Königswald, R. von, 1930b. Die Arten der Einregelung ins Sediment bei den Seesternen und Seelilien des unterdevonischen Bundenbacher Schiefers. Senckenbergiana 12, S. 338.
Kräusel, R. und Weyland, H., 1930a. Die Flora des deutschen Unterdevons. Abh. d. pr. geol. Landesanst., N. F. H. 131.
Kräusel, R. und Weyland, H., 1930b. Über Pflanzenreste aus dem Devon Deutschlands. Senckenbergiana 12, S. 217.
Leppla, A., 1895. Zur Geologie des linksrheinischen Schiefergebirges. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. 16, S. 74.
Leppla, A., 1904a. Geol. Messtischbl. Pressburg-Rüdesheim, mit Erl.
Leppla, A., 1904b. Erl. zum geol. Messtischbl. Caub.
Leppla, A., 1904c. Erl. zum geol. Messtischbl. Algenroth.
Leppla, A., 1919. Blatt Trier-Mettendorf der geol. Übersichtskarte Deutschlands, 1:200000.
Leppla, A., 1921. Blatt Mainz. Dto.
Leppla, A., 1924. Zur Stratigraphie und Tektonik der südlichen Rheinprovinz. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. 45, S. 1.
Lüders, K., 1930. Entstehung der Gezeitenschichtung auf den Watten im Jadebusen. Senckenbergiana 12, S. 229.
Maurer, F., 1882. Paläontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon. 5. Beiträge zur Gliederung der rheinischen Unterdevonschichten. N. Jahrb. f. Min. 1882, 1, S. 1.

Michels, F., 1926. Zur Tektonik des südlichen Taunus. Sitzungsber. d. pr. geol. Landesanst. 1, S. 73.

Paeckelmann, W., 1926a. Geologische tektonische Übersichtskarte des rheinischen Schiefergebirges, 1:200000. Berlin.

Paeckelmann, W., 1926b. Über eine geologische tektonische Übersichtskarte des rheinischen Schiefergebirges. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 78, S. 8. Vortr.

Philippi, E., 1908. Über das Problem der Schichtung und über Schichtbildung am Boden der heutigen Meere. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 60, S. 346.

Pompeckj, I. F., 1914. Das Meer des Kupferschiefers. Branca Festschrift, S. 445. Leipzig.

Quenstedt, W., 1927. Beiträge zum Kapitel Fossil und Sediment vor und bei der Einbettung. N. Jahrb. Min. 58. Beil. Bd. 1927 B.

Quiring, H., 1926. Die stratigraphische Stellung des Hunsrückschiefers. Geol. Rundsch. 17a. Steinmann Festschr., S. 99.

Quiring, H., 1928. NW-SO-Schub im Koblenzer Pressungsgelenk des Rheinischen Gebirges. Ein Beitrag zur Genesis der Transversalschieferung. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. 49, I., S. 59.

Quiring, H., 1929. Neue Beiträge zur Geologie des Siegerlandes und Westerwaldes. II. Die Grenze der Siegener Schichten und die Verbreitung des Hunsrückschiefers an der Südflanke des Siegener Hauptsattels. Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt 50, S. 505.

Quiring, H., 1930a. Ein geologisches Rheinprofil vom Bacharacher Kopf bei Assmannshausen bis Oberlahnstein. Berlin.

Quiring, H., 1930b. Blatt Koblenz der geol. Übersichtskarte von Deutschland. 1:200000. Berlin.

Richter, R., 1921. Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. III. Die Lage schüsselförmiger Körper bei der Einbettung. Senckenbergiana 4, S. 103.

Richter, R., 1926. XIII. Verzögerte Verwesung im meerischen Grundwasser. Senckenbergiana 8, S. 219.

Richter, R. und E., 1929. Weinbergina opitzi n. g. n. sp., ein Schwertträger (Merost. Xiphos.) aus dem Devon. (Rheinland). Senckenbergiana 11, S. 193.

Richter, R. und E., 1930. Bemerkenswert erhaltene Conularien und ihre Gattungsgenossen im Hunsrückschiefer (Unterdevon) des Rheinlandes. Senckenbergiana 12, S. 152.

Sandberger, F. und G., 1850—1856. Beschreibung und Abbildung der Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden.

Sandberger, F. von, 1889. Über die Entwicklung der unteren Abteilung des devonischen Systems in Nassau, verglichen mit jener in anderen Ländern. Jahrb. d. Nass. Ver. f. Naturk. 42, S. 1.

Schlüter, C., 1892. Protospongia rhenana. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 44, S. 615.

Schmidt, W. E., 1915. Arthroacantha H. S. Williams = Platyhexacrinus W E. Schmidt. Zentralbl. f. Min. 1915, S. 119.

Scholtz, H., 1930. Das varistische Bewegungsbild, entwickelt aus der inneren Tektonik eines Profils von der böhmischen Masse bis zum Massiv von Brabant. Fortschr. d. Geol. und Paläont., Bd. 8, Heft 25, S. 235.

Schuchert, Ch., 1914. Revision of Paleozoic Stelleroidea with special reference to North American Asteroidea. U. S. National Museum Bulletin 88.

Schuchert, Ch., 1915. Stelleroidea palaeozoica. Foss. Catalogus I. Pars 3.

Schütte, H., 1929. Über Sedimentbildung an der Küste des norddeutschen Wattenmeeres. Senckenbergiana 11, S. 345.

Schwarz, A., 1929. Schlickfall und Gezeitenschichtung. Ebenda 11, S. 152.

Schwarz, A. und Matern, H., 1927. Das Herauspräparieren von Fossilien aus festen Gesteinen mit Hilfe gefrierenden Wassers, zugleich ein weiterer Beitrag zur Präparation verkiester Fossilien. Ebenda 9, S. 243.

Stürtz, B., 1886. Beiträge zur Kenntnis paläozoischer Seesterne. Paläontographica 32, S. 75.

Stürtz, B., 1890. Neuer Beitrag zur Kenntnis paläozoischer Seesterne. Ebenda 36, S. 203.

Stürtz, B., 1893. Über versteinerte und lebende Seesterne. Verh. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinl. 50, S. 1.

Stürtz, B., 1899. Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis paläozoischer Asteroiden. Ebenda 56, S. 176.

Traquair, R. H., 1905. The lower Devonian fishes of Gemünden. Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. 40, S. 734.

Trusheim, F., 1929. Zur Bildungsgeschwindigkeit geschichteter Sedimente im Wattenmeer, besonders solcher mit schräger Parallelschichtung. Senckenbergiana 11, S. 47.

Udluft, H. und Matern, H., 1926. Ein Beitrag zur Präparation von verkiesten Fossilien. Senckenbergiana 8, S. 17.

Wetzel, W., 1923. Sedimentpetrographie. Fortschr. d. Min., Krist. und Petrogr. 8, S. 101.

Zittel, K. A. von, 1924. Grundzüge der Paläontologie, I. Teil.

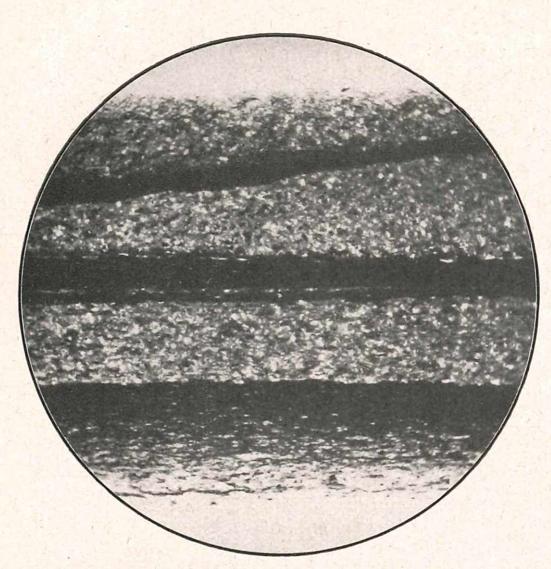


Abb. 1. Dünnschliffbild eines sandigen Schiefers; feinste Schichtung von sandigen und tonigeren Lagen. 23fache Vergrösserung. Kaisergrube Gemünden.



Abb. 3. Orthoceras sp. mit geringen Fetzen eines polygonalen Maschenwerküberzuges. 3/4 natürlicher Grösse. Kaisergrube Gemünden.

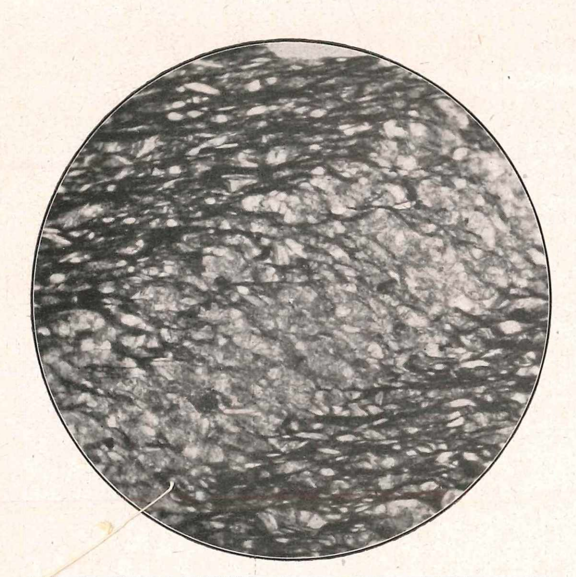


Abb. 2. Dünnschliffbild eines sandigen Schiefers. Die schwarzen Schnüren geben die Schieferungsbahnen an. 43fache Vergrösserung. Grube Leimbach bei Bacharach.

Abb. 1. Maucheria gemündensis mit Spirorbis n. sp. Natürliche Grösse. Kaisergrube Gemünden.

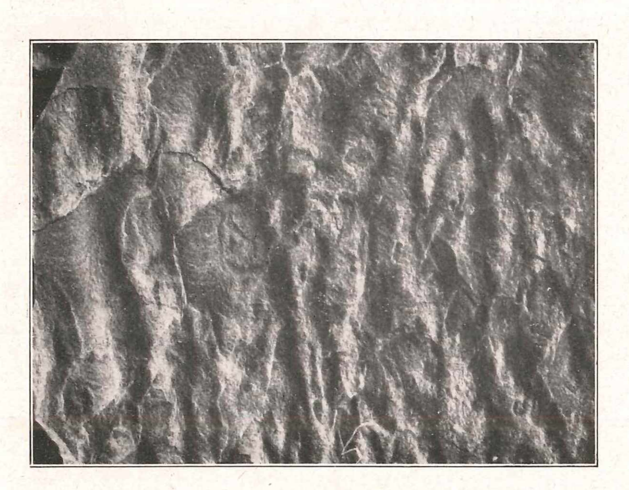


Abb. 2. Wellenfurchen in einem Dachschieferhorizont.
$^{7}/_{10}$ natürlicher Grösse. Kaisergrube Gemünden.

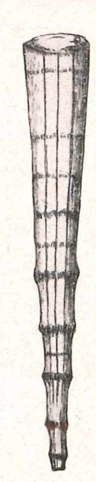


Abb. 3. Tentaculites fuchsi
n. sp.
19 fache Vergrösserung.
Kaisergrube Gemünden.